

**DISTRIBUCIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
Y
ESTRUCTURA URBANA:
EL CASO DE LA REGIÓN METROPOLITANA DE
BARCELONA***

Miquel-Àngel GARCÍA LÓPEZ**

Bellaterra,

Diciembre 2001

DOCUMENT DE TREBALL 01.19

Departament d'Economia Aplicada

* Este trabajo se ha beneficiado del apoyo financiero de los proyectos PB98-0866 y BEC2000-0415. Agradezco la ayuda y los comentarios acertados de Ivan Muñiz y Anna Galindo. El artículo se ha beneficiado de la explotación de la base de datos PIM.

** Profesor del Departamento de Economía Aplicada de la UAB. E-mail: magarcia@selene.uab.es

Introducción

El concepto de “ciudad” ha cambiado mucho en los últimos 50 años. Hemos pasado de hablar de ciudad en su sentido administrativo a hablar de una ciudad que transgrede sus fronteras físicas y que involucra a otras ciudades de su entorno, pasando a una consideración en términos metropolitanos.

En este cambio de consideración, el proceso de suburbanización ha tenido un papel más que relevante. Un proceso que se inicia en la segunda mitad del siglo XX y que parece estabilizarse a finales de siglo, con características territoriales muy marcadas que lleva a ciertos autores a hablar de diferentes modelos de suburbanización en un inicio y que, hoy por hoy, tienden a converger en un único modelo (Dematteis, 1998).

La ciudad metropolitana resultante cambia el modo en que se concibe el territorio. Éste es más que un mero factor de producción, incluye un conjunto de otros factores que lo convierten en un elemento de competitividad importante. Factores, tanto tangibles como intangibles, que se distribuyen heterogéneamente.

Como miembro activo de la ciudad, la actividad económica, a través de su localización, juega un papel relevante: influye en la forma urbana al afectar la pauta de viajes al trabajo y configurar el modo en que se articulan los diferentes componentes de la ciudad metropolitana a través de su diversificación o especialización; rivaliza con la población por la ocupación del suelo o se complementan; genera externalidades negativas sobre la población, etc.

La distribución de la actividad económica dependerá de la necesidad y de la capacidad para aprovechar las ventajas de localización aportadas por el territorio. Una distribución con características idiosincráticas a cada actividad.

Los cambios en la distribución que representa el proceso de suburbanización o descentralización de la actividad, entendida ésta como el cambio de localización desde el centro a la periferia, señala alteraciones en las necesidades espaciales y en las capacidades de aprovechamiento de las ventajas territoriales.

Dada la complejidad de las relaciones entre actividad y territorio metropolitano, el objetivo principal de este trabajo es buscar los determinantes que influyen en la localización de la actividad económica en la Región Metropolitana de Barcelona. Unos determinantes que se identifican con los factores, tangibles o intangibles, que aportan

ventajas al territorio, esto es, Externalidades Territoriales tanto de tipo Tecnológico como de tipo Pecuniario, Costes de Transporte, Infraestructuras, Competencia a la Tiebout entre jurisdicciones, Demanda y Renta.

A diferencia de otros estudios sobre localización, el presente trabajo relaciona el cambio de localización y la suburbanización mediante un modelo estilizado.

Mediante este modelo es posible capturar la influencia de los determinantes considerados sobre la forma urbana. Esto es, puesto que los determinantes establecen la distribución de la actividad económica, en última instancia también fijan la forma en que se articula la gran ciudad: a través de una continuidad espacial con el centro o Monocentrismo, o mediante discontinuidades espaciales caracterizadas con grumos de densidad, subcentros, ..., es decir, Policentrismo.

La inclusión de la forma urbana se realiza a través a funciones de densidad de empleo utilizadas previamente por otros autores, función *Exponencial Negativa* y función *Cubic-Spline*, así como una propuesta metodológica con la que detectamos la presencia de subcentros de actividad y evaluamos su importancia, función *Spline-Lineal*.

La evaluación de los determinantes de la localización y, en última instancia, de la forma urbana se ha realizado mediante un Modelo de Coeficientes Variables (Varying Coefficient Model VCM) considerando una forma urbana monocéntrica, derivado de una exponencial negativa, y una forma urbana policéntrica, derivada de una spline-lineal.

En el primer apartado presentamos una breve caracterización de la estructura espacial de la Región Metropolitana de Barcelona (RMB) y de su evolución histórica productiva. El segundo apartado está dedicado a la presentación de las funciones de densidad de ocupación consideradas, a partir de las cuales se ha buscado evidencia empírica en el tercer apartado. En el cuarto apartado se muestran los resultados del Modelo de Coeficientes Variables. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio.

1. Una Breve Descripción de la RMB.

1.1 Procesos, Interacciones y Producción: Estructura Espacial de la RMB.

A diferencia de otras ciudades, la RMB se puede caracterizar actualmente como *“un sistema policéntrico con un centro destacado, con una primera corona extremadamente densa especializada en la localización de la población con ingresos reducidos, unos subcentros, cada vez más integrados en el sistema, que establecen con los municipios de su entorno relaciones de tipo reticular, y unos corredores metropolitanos urbanizados de forma dispersa”* (Muñiz, 2000). Es decir, la RMB no se forma por la extensión de una malla por el territorio ni por el crecimiento por continuidad de un núcleo histórico principal aislado sobre su *hinterland*, como sucede en muchas ciudades americanas y del norte de Europa respectivamente.

Este perfil de región metropolitana discontinua, con núcleos urbanos integrados, se forma por la existencia de territorios y asentamientos previos. Ha sido un proceso de urbanización específico, suma de procesos históricos y recientes, con comportamientos y tendencias diversas, en función de lógicas de producción de ciudad y de utilización del territorio propias de los diferentes periodos históricos, que de forma múltiple y compleja –en todas las direcciones, desde las polaridades existentes y en mutua interacción-, han configurado la realidad metropolitana actual (Font, 1997).

En la región, el núcleo de la aglomeración central es Barcelona, rodeada por una primera y segunda corona metropolitana. La primera es densa, sin centros de actividad importantes y urbanizada mediante bloques de piso de baja calidad, constituyéndose como ciudades dormitorio. La segunda se especializó en individuos de ingresos elevados que buscaban menores densidades sobre la base del transporte privado (Muñiz, 2000).

El resto del espacio metropolitano se articula en ejes radiales que lo conectan con la corona de ciudades medianas metropolitanas compuesta por Mataró, Granollers, Sabadell, Terrassa, Martorell, Vilafranca del Penedès y Vilanova y la Geltrú

“Se trata por tanto de una ciudad compleja, diversa, discontinua, policéntrica y también en parte dispersa. Una ciudad compuesta por más de 160 municipios que ocupa cerca de 4000 km² en un radio de aproximadamente 45 km” (Muñiz, 2000).

1.1 Procesos, Interacciones y Producción: Actividad Económica en la RMB.

Industrialización y Urbanización: siglo XIX – 1975.

Desde los inicios de la revolución industrial la RMB se ha establecido como el territorio industrial más importante de España. Su industrialización ha ido muy ligada a su crecimiento urbano, produciéndose importantes interacciones mutuas.

En el municipio de Barcelona la presencia y expansión de la industria manufacturera durante el siglo XIX permitió un importante crecimiento urbano y modeló su entorno bajo los preceptos de la ciudad industrial capitalista (Sánchez, 1991).

El crecimiento urbano se alimentó, en primer lugar, de los procesos de expulsión desde las áreas rurales y, posteriormente, de la atracción ejercida por la ciudad al resto de zonas del Estado.

Hasta mediados del siglo XX la atracción poblacional dibujó unos espacios urbanos en los que existía una zona central ocupada por la industria, alrededor de la cual se establecían usos residenciales. Esto es, un área urbanizada cuyo interior estaba constituido por un espacio industrial.

La masiva llegada de inmigrantes al municipio de Barcelona propició un aumento importante de la demanda de suelo residencial que presionó sobre la zonas interiores con uso industrial. Además, el espacio limitado de estas zonas interiores impedía la expansión de las empresas allí localizadas.

La combinación de ambos procesos propició la búsqueda de nuevas zonas hacia las que dirigir las nuevas inversiones industriales: *“Los nuevos e idóneos espacios industriales se situaron en el área periurbana, bien reforzando las clásicas tendencias a la localización industrial catalana, bien iniciando un proceso de industrialización de espacios agrarios dentro de (...) (la) primera corona (...)”* (Sánchez, 1991).

Crisis, Reestructuración e Integración: 1975 – 1985.

Se inicia esta etapa con una profunda crisis económica que afecta sobretudo a la industria catalana y que supone la reducción de la atracción de Barcelona, por sus elevadas tasas de paro. La gravedad de la crisis se hizo patente en el municipio de Barcelona con una caída de la ocupación total del 25% entre 1970 y 1986 y una elevada

destrucción de puestos de trabajo industriales, el 42%, y en la construcción, el 69% (Trullén, 1991).

Se produce una intensa reestructuración económica que conlleva el abandono de sectores tradicionales, la modernización del capital productivo, reestructurando las plantillas y dimensionando el espacio de producción a la escala metropolitana, donde la gran empresa industrial pasa a ser el elemento clave en la nueva geografía de la producción por su tendencia a la localización, inducida por el planeamiento, en los grandes ejes viarios que estructuran la región metropolitana (Muñiz, 2000).

En este periodo se produce la descentralización de la actividad productiva, la descentralización de la población y un aumento de la movilidad sobre la base del transporte privado. Tres factores que suponen la integración del territorio metropolitano incorporando municipios de tamaño medio que tradicionalmente han concentrado población, actividad, y que han ejercido una notable influencia sobre los municipios más pequeños de su entorno. Son *subcentros históricos*, como Sabadell, Terrassa o Mataró, caracterizados por tener tramas urbanas densas y compactas, con una elevada autocontención, entendida como la capacidad por ofrecer trabajo a sus residentes, cumpliendo con una importante función para una correcta articulación del territorio metropolitano. Además, tal y como señala Muñiz (2000), también existen *subcentros de desarrollo reciente*, como Martorell o Granollers, que han madurado concentrando población y actividad. En definitiva, estos subcentros cobran importancia y permiten polinuclear el territorio metropolitano mediante la especialización geográfica de la producción y la dotación de servicios públicos, equilibrando el excesivo peso de Barcelona en su área de influencia.

Existen autores que ponen en tela de juicio el proceso de descentralización al considerar que la expansión de la región y, por tanto, la integración de nuevos territorios al ámbito metropolitano implica un cambio de escala de la unidad territorial. En lugar de descentralización hablan de relocalización tanto productiva como residencial, consecuencia de los importantes cambios en las necesidades de espacio, en las infraestructuras de transporte y de comunicación, y en la relación tiempo-distancia (Sánchez, 1991).

Expansión, Crisis y Descentralización: 1986 – 2000

La incorporación a la Comunidad Económica Europea (CEE) y la nominación como sede oficial de los juegos olímpicos de 1992 señala el inicio de una de las etapas de expansión económicas más importantes de la Barcelona metropolitana. Una expansión también de tipo nacional e internacional que propició un importante crecimiento de la ocupación entre 1986 y 1991 con tasas superiores al 30% en el conjunto de la RMB, del 21% en el municipio de Barcelona, del 46% en la primera corona metropolitana y del 29% en la segunda (Trullén, 1998).

De 1991 a 1996 se diferencian dos etapas. En la primera destaca la crisis económica que se centra en 1993 y que hace que la economía española experimente la más intensa crisis desde 1960¹, con una rápida destrucción de la ocupación y una caída neta en el valor de la producción. Por el contrario, a partir de 1994 se produce una recuperación basada, principalmente, en una fuerte expansión del sector exterior. De esta manera, en el conjunto del periodo, la ciudad de Barcelona experimenta una caída de la ocupación entorno al 13%, mientras que la primera y la segunda corona metropolitana crecen entorno al 1 y al 7% respectivamente.

A la vista de la evolución del quinquenio anterior y del periodo 1991-1996, aunque durante 1992 y 1993 se pierde un 10% de la ocupación, se puede asegurar que en su conjunto la RMB asiste en el decenio 1986-1996 a un rápido y sostenido proceso de crecimiento económico (Trullén, 1998).

La combinación de los efectos de la crisis del 1993 y del proceso de terciarización general de la economía provoca una reducción del peso conjunto de las actividades industriales respecto a las totales así como la continuación del proceso de descentralización de la actividad entre 1991 y 1996. Destaca la disminución de Barcelona: un 11'29%. Ciudades industriales tradicionales como Sabadell y Mataró presentan una disminución mucho menor, de un 4'36% y un 6'84% respectivamente. Terrassa se sitúa prácticamente en el mismo nivel relativo entre 1991 (63%) y 1996 (64%); y Martorell pasa a tener un nivel relativo superior en un 25'31% en el inicio del periodo, aproximándose casi al 100%: 97%. También se detectan crecimientos en ciudades como Sant Sadurní d'Anoia o Polinyà (PIM, 2000).

¹ Aunque de menos duración que la crisis de los años setenta.

La descentralización de la actividad económica afecta de forma especial a las grandes empresas industriales (PIM, 2000). Estas grandes empresas se concentran en veintiún municipios. Los cinco municipios con una mayor concentración son, en orden descendente, Barcelona, El Prat de Llobregat, Hospitalet de Llobregat, Sabadell y Terrassa. La diversificación industrial característica de la RMB también se materializa en el caso de las grandes empresas industriales, presentes en todos los sectores de actividad. La gran empresa predomina en tres sectores: la química, la metalurgia y la alimentación. Estas tres actividades son también las más destacadas tanto en términos de facturación como de ocupación.

2. Funciones de Densidad de Empleo

El modelo monocéntrico establece una relación entre el precio del suelo y la accesibilidad (Alonso, 1964) de la cual se puede derivar una relación entre densidad y accesibilidad (Muth, 1969). Esto es, a medida que nos alejamos del centro, reduciéndose la accesibilidad, el precio del suelo disminuye como compensación. Esta “indemnización” permite un uso más extensivo del suelo, reduciendo, por tanto, la densidad.

El modelo está basado en una serie de supuestos que, hoy por hoy, pueden ponerse en tela de juicio. Quizá el más criticable sea la consideración de una red extensa de comunicaciones que permite un mismo nivel de accesibilidad al centro desde cualquier punto que esté situado a una misma distancia de él. La realidad muestra en muchos casos la existencia de una red de comunicaciones heterogénea que favorece más a unas zonas que a otras, en términos de accesibilidad al centro, y, por lo tanto, provocan una distribución desigual de actividad y de población en favor de las zonas mejor conectadas.

A pesar de ésto, si aceptamos que existe un cierto grado de igualdad de acceso, podríamos esgrimir que la evidencia muestra la existencia de estructuras policéntricas que el modelo no considera. En este sentido, el propio Muth (1969) argumenta que las implicaciones de éste modelo pueden extrapolarse a un modelo de tipo policéntrico cuando éste se configure como un conjunto de áreas monocéntricas. Desde este punto de vista, la existencia de un segundo centro se produciría por la existencia de un nuevo nodo de comunicaciones, presencia de poder,... en el que las empresas pagarían rentas del suelo superiores a la agraria y cuya existencia se justificaría por la presencia de elevados costes de transporte que hacen que la actividad prefiera localizarse centralizadamente en esta ciudad que soportar los costes de transporte de localizarse en los límites de la otra. Nuevamente, los costes de transporte son los que determinan la estructura de cada ciudad y, en general, de toda la región.

La captura de la forma urbana monocéntrica se ha basado mayoritariamente en la función *Exponencial Negativa*. No obstante, la imposibilidad de captar subcentros de actividad importantes hace que la utilización de esta función no sea la más adecuada.

En los últimos años se han utilizado formas funcionales polinómicas que buscan captar la existencia de densificaciones importantes, usualmente de población, que rompan con la relación negativa entre distancia y densidad.

2.1 El Modelo Monocéntrico: La función Exponencial Negativa.

La forma más común de formalizar la relación entre accesibilidad y densidad de ocupación es mediante el uso de una función de densidad *exponencial negativa*:

$$D(x) = D_0 e^{-\gamma x} \quad (1)$$

donde $D(x)$ es la densidad de empleo (residencial) a una distancia x del centro, D_0 es la densidad teórica del centro y γ es el *gradiente de densidad*, el cual mide la relación entre densidad y accesibilidad, es decir, la tasa proporcional a la cual la densidad de empleo se reduce cuando nos alejamos marginalmente del centro. “El valor del gradiente está a su vez relacionado con el grado de suburbanización del área estudiada. Cuanto más suburbanizada, menor será su gradiente” (Muñiz & Galindo, 2001).

A pesar de sus inconvenientes, las ventajas proporcionadas por la *exponencial negativa* son importantes. Esto es, sabe predecir razonablemente bien el comportamiento de la densidad, representar la forma urbana y medir el ritmo de crecimiento y de reestructuración interna en función de la variación de los parámetros estimados (Muñiz & Galindo, 2001).

2.2 La existencia de “grumos de densidad” (I): la Cubic-Spline.

La presencia de subcentros de actividad hace necesaria la utilización de una forma funcional con características polinómicas que permita detectarlos.

Para el caso de la densidad residencial, algunos autores han utilizado la denominada función *Cubic-Spline* (Anderson (1982), Goffette-Nagot & Schmitt (1999), Muñiz & Galindo (2001), Zheng (1991)).

Para el caso de la ocupación, este estudio ha hecho uso de esta forma funcional con el objetivo de contrastar la existencia de máximos y mínimos locales.

$$D(x) = \alpha_0 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \alpha_3 x^3 + \sum_{i=3}^{n-1} (\alpha_{i+1} - \alpha_i) (x - x_i)^3 T_i + u_i \quad (2)$$

donde $T_i = \begin{cases} 1 & \text{si } x \geq x_i \\ 0 & \text{si } x < x_i \end{cases}$, x_i es el valor que señala el fin del tramo i y el inicio del tramo $i+1$.

Tal y como se observa, en (2) se explicita una forma funcional cúbica en la que se “parte” la distancia en intervalos iguales, en los que se evalúa la existencia de óptimos locales que capturen, para el caso de los máximos, subcentros.

La principal debilidad de esta función se encuentra en la interpretación de sus coeficientes: mientras que el coeficiente de la *Exponencial* es el *gradiente de densidad* que nos mide la relación directa entre densidad y accesibilidad, los coeficientes de la *Cubic-Spline* no tienen interpretación (excepto el primero que muestra la densidad teórica del centro).

2.3 La existencia de “grumos de densidad” (II): la Spline Lineal.

Una vez analizadas las ventajas e inconvenientes de cada una de las dos formas funcionales anteriores, queda patente que lo ideal sería utilizar una forma funcional que incorporara los aspectos positivos y eludiera los negativos. En este sentido, el uso de una *Spline-Lineal* nos permite identificar subcentros de actividad importantes y, además, obtener coeficientes interpretables como *gradientes de densidad*.

El uso de esta función nos permite aproximar cualquier forma funcional al identificar “extremos locales” mediante el *gradiente de densidad* (Dubin & Sung, 1987).

Al igual que en el caso de la *Cubic-Spline*, se “parte” la distancia, aunque no es necesario que cada tramo tenga la misma longitud.

$$D(x) = \sum_{i=1}^n (\alpha_i + \beta_i (x - x_{i-1})) T_i + u_i \quad (3)$$

s.a. $\alpha_{i+1} = \alpha_i + \beta_i (x_i - x_{i-1}), \forall i$

donde $T_i = \begin{cases} 1 & \text{si } x_{i-1} < x < x_i \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$.

En cada tramo se establece una relación lineal entre la densidad de los municipios incluidos en el intervalo y la distancia que los separa del centro. La primera restricción “obliga” a que la función evaluada en dos intervalos adyacentes dé un mismo gradiente en el límite (en el óptimo local).

La principal ventaja, por tanto, es que obtenemos un *gradiente de densidad para cada intervalo definido* $\rightarrow \beta_i$

Sustituyendo la restricción en la ecuación (3) obtenemos la ecuación a estimar:

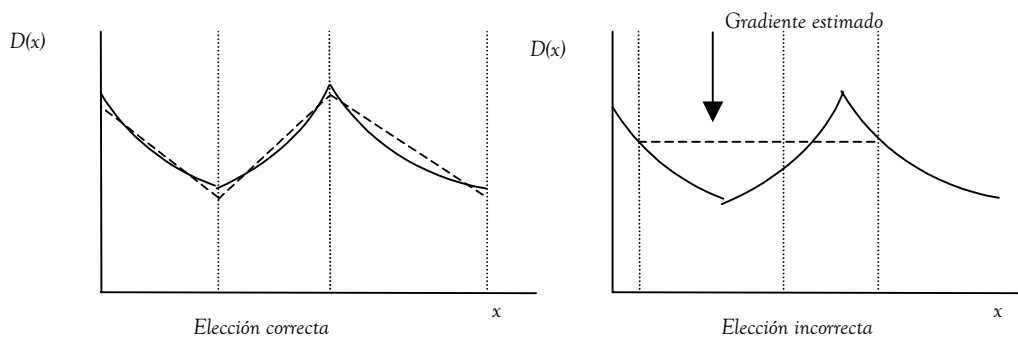
$$D(x) = \alpha_1 + \sum_{i=1}^n \beta_i \left[(x - x_{i-1})T_i + (x_i - x_{i-1})T_i^* \right] \quad (4)$$

donde $T_i^* = \begin{cases} 1 & \text{si } x > x_i \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$ y α_1 es la densidad teórica del centro.

Si bien para el caso de la *Cubic-Spline*, la elección de los puntos de corte viene supeditado a la necesidad de utilizar intervalos idénticos, con la *Spline-Lineal* no es el intervalo el que determina el punto de corte, sino todo lo contrario. La elección de los nodos o puntos de corte determinará el número y la longitud de los intervalos.

Pero, ¿qué puntos son los escogidos como *nodos*? Aquellos que constituyan un óptimo local. Unos nodos que, a priori, podrían ser escogidos arbitrariamente. No obstante, el criterio escogido ha sido seleccionar unas distancias que nos permitan obtener la mejor bondad de ajuste, siendo, por tanto, la R^2 el mejor test para escoger cortes (Dubin & Sung, 1987). En la medida en que los nodos escogidos no sean óptimos locales, los gradientes estimados serán erróneos.

Gráfico 1: Gradientes con Spline Lineal por Tramos: Problemas (I)

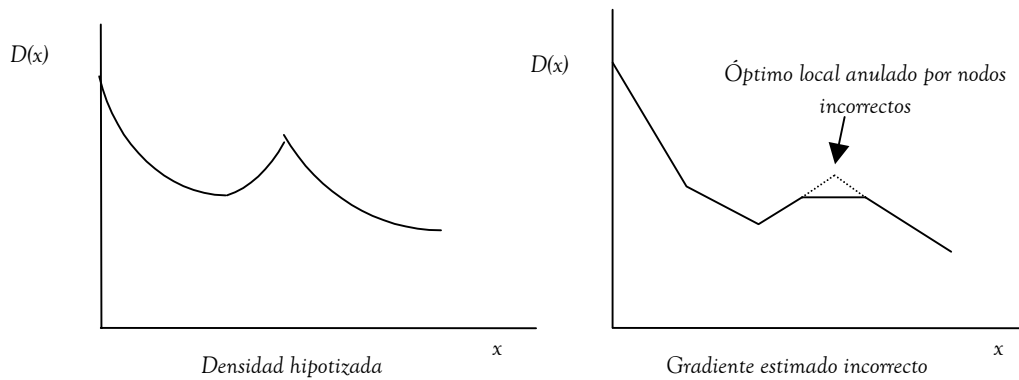


Fuente: Reproducido de Dubin & Sung (1987).

De igual modo, aunque escojamos nodos que correspondan a óptimos, si éstos no incluyen la totalidad de los existentes, los gradientes estimados de los intervalos donde falte algún óptimo como nodo serán incorrectos. Es decir, dos nodos pueden aparentar ser óptimos locales anulando al verdadero óptimo local:

Por este motivo, Dubin & Sung (1987) proponen tener también en cuenta la significatividad de los parámetros para escoger los nodos o cortes que señalen óptimos locales.

Gráficos 2: Gradientes con Spline Lineal por Tramos: Problemas (II)



Fuente: Reproducido de Dubin & Sung (1987).

En definitiva, mediante la utilización de la *Spline-Lineal* es posible obtener gradientes de densidad (para cada intervalo) e identificar subcentros importantes de empleo (de residencia), siendo idónea para su utilización en metrópolis policéntricas como la RMB. Unos óptimos locales escogidos en función de la máxima bondad de ajuste (R^2) posible y la significatividad de los gradientes obtenidos.

3. Actividad Económica y Estructura Urbana:

Densidad de Empleo en la RMB.

3.1 Los Datos.

Los datos utilizados hacen referencia al ámbito municipal. Para la elaboración de la variable dependiente se han usado, por un lado, los puestos de trabajo localizados para el total de la industria manufacturera en 1991 y 1996 y, por otro, la superficie de los municipios, ambas provenientes de la base de datos PIM². El cociente entre estas variables nos aporta la *Densidad de Empleo bruta*.

Las estimaciones se han realizado para el conjunto de la RMB y para una catalogación de los municipios en 6 grandes ejes de transporte³.

En primer lugar se realiza una comparación de los resultados obtenidos en el uso de la *Exponencial Negativa* y los resultados que se obtienen cuando se utiliza la *Cubic-Spline*. El objetivo último es hallar evidencia de la existencia de grumos de actividad importantes. Por último, presentamos los resultados obtenidos para la *Spline-Lineal*.

3.2 Exponencial vs. Cubic-Spline.

El objetivo de este apartado es mostrar evidencia empírica a favor de la existencia de una ciudad que va más allá del caso monocéntrico al presentar densificaciones importantes de actividad.

Para el caso de la *Exponencial* se utiliza la ecuación (1) y para el caso concreto de la *Cubic-Spline* se utiliza la ecuación (2), probando para todos los ámbitos 4 tipos de cortes⁴.

² Base de datos municipal del Pacte Industrial Metropolità de la Regió Metropolitana de Barcelona.

³ Estos ejes responden a 6 ejes viarios principales. La inclusión de un municipio en un eje, no permite su inclusión en otro. De esta manera, los seis ejes considerados son, en su nombre genérico y que permite claramente identificar el subcentro: Mataró, Granollers, Terrassa-Sabadell, Martorell, Vilafranca del Penedès, Vilanova i la Geltrú.

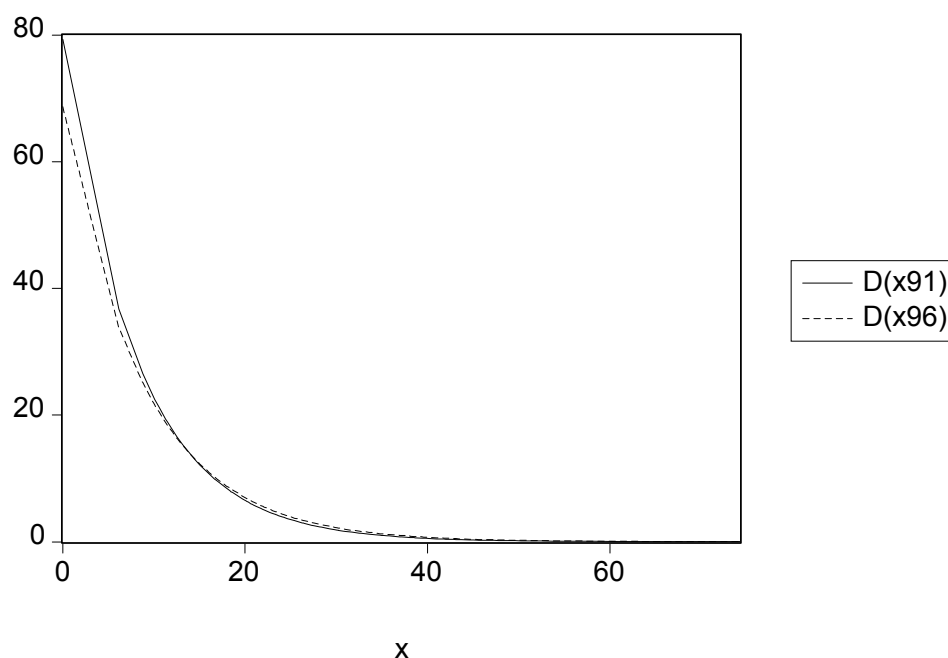
⁴ 2 tramos (menor de 28.5 y mayor de 28.5 kms.), 3 tramos (menor de 19, entre 19 y 38, mayor de 38 kms.), 4 tramos (menor de 14.25, entre 14.25 y 28.5, entre 28.5 y 42.75, mayor de 43.75 kms.), 5 tramos (menor de 11.4, entre 11.4 y 22.8, entre 22.8 y 34.2, entre 34.2 y 45.6, mayor de 45.6 kms.).

Resultados 1 Densidad de Empleo EXPONENCIAL

	1991							1996						
	<i>RMB</i>	<i>Mat.</i>	<i>Gran.</i>	<i>T-S</i>	<i>Mar.</i>	<i>Vilaf.</i>	<i>Vilan.</i>	<i>RMB</i>	<i>Mat.</i>	<i>Gran.</i>	<i>T-S</i>	<i>Mar.</i>	<i>Vilaf.</i>	<i>Vilan.</i>
D_0	79.35* (18.42)	76.85* (14.66)	77.07* (23.81)	77.77* (29.81)	82.31* (11.41)	77.63* (68.78)	77.49* (31.42)	68.68* (16.35)	68.09* (13.20)	68.31* (20.96)	67.13* (18.75)	71.95* (9.71)	67.01* (58.04)	66.77* (27.73)
γ	-0.12* (22.74)	-0.13* (11.28)	-0.13* (16.25)	-0.11* (15.45)	-0.11* (9.92)	-0.11* (24.92)	-0.18* (12.27)	-0.11* (20.48)	-0.12* (10.51)	-0.12* (15.97)	-0.10* (15.38)	-0.10* (8.60)	-0.09* (23.18)	-0.16* (12.30)
S.E.	4.6662	5.4126	3.2465	3.7489	7.4101	1.1310	2.4671	4.6635	5.2136	3.1781	3.5994	7.6919	1.1603	2.4102
R^2	0.7524	0.8660	0.9267	0.9504	0.8513	0.9940	0.9850	0.7151	0.8391	0.9006	0.9390	0.8035	0.9916	0.9806

S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo. Valor absoluto del estadístico "t" entre paréntesis.

Gráfico 3: Dinámica de la Densidad de Ocupación en la RMB
con función Exponencial.



Los resultados para el caso de la *Exponencial* muestran un buen ajuste de la función, así como una oscilación razonablemente reducida⁵ en los resultados para los 6 ejes, siempre bajo el cumplimiento de un gradiente negativo. La evolución entre 1991 y 1996 muestra claramente una descentralización de la actividad económica, tanto en el conjunto de la región como a nivel de eje, que se refleja en una reducción de la densidad teórica del centro y en la reducción del valor absoluto del gradiente, señalando su “*aplanamiento*”. Esto es, para el caso de la RMB el gradiente de 1991 señala una reducción

⁵ Los gradientes, en 1991, varían, en términos absolutos, entre 0'11 y 0'18 y, en 1996, entre 0'10 y 0'16.

en la densidad de puestos de trabajo del 12% por cada km, mientras que en 1996 esta reducción es del 11% por km.

Resultados 2 Densidad de Empleo CUBIC-SPLINE

	1991							1996						
	<i>RMB</i>	<i>Mat.</i>	<i>Gran.</i>	<i>T-S</i>	<i>Mar.</i>	<i>Vilaf.</i>	<i>Vilan.</i>	<i>RMB</i>	<i>Mat.</i>	<i>Gran.</i>	<i>T-S</i>	<i>Mar.</i>	<i>Vilaf.</i>	<i>Vilan.</i>
α_0	78.27* (19.75)	76.67* (15.40)	77.66* (24.99)	77.75* (19.38)	81.42* (11.51)	77.70* (68.21)	77.60* (33.49)	68.83* (17.35)	66.46* (13.90)	66.98* (21.86)	67.05* (17.47)	70.80* (9.49)	67.02* (56.50)	66.94* (29.82)
α_1	-7.85* (13.74)	-8.65* (9.41)	-32.00* (3.88)	-7.05* (7.19)	-6.81* (4.85)	-6.99* (26.74)	-12.10* (12.79)	-6.62* (11.58)	-7.24* (8.20)	-29.31* (3.61)	-5.70* (6.07)	-5.26* (3.55)	-5.49* (20.19)	-10.12* (11.04)
α_2	0.27* (10.66)	0.34* (6.63)	3.61* (3.11)	0.24* (3.64)	0.18* (2.00)	0.22* (16.22)	0.67* (7.66)	0.23* (8.79)	0.28* (5.68)	3.37* (2.95)	0.18* (2.97)	0.11 (1.16)	0.16* (11.45)	0.55* (6.56)
α_3	-3e-3* (9.07)	-4e-3* (5.36)	-0.12* (2.90)	-3e-3* (2.48)	-0.001 (0.81)	-2e-3* (12.44)	-0.01* (5.98)	-3e-3* (7.38)	-3e-3* (4.55)	-0.11* (2.78)	-2e-3* (2.01)	-3e-4 (0.18)	-2e-3* (8.41)	-0.01* (5.11)
$\alpha_4 - \alpha_3$	3e-3* (7.18)	0.005* (3.73)	0.14* (2.75)	0.003 (1.28)	-0.004 (0.51)	0.002* (9.06)	0.01* (4.42)	3e-3* (5.77)	0.004* (3.14)	0.13* (2.65)	0.003 (1.08)	-7e-3 (0.85)	0.001* (5.78)	0.01* (3.80)
$\alpha_5 - \alpha_4$	-	-	-0.02* (2.05)	-	-	-	-0.006 (1.30)	-	-	-0.02* (2.06)	-	-	-	-5e-3 (1.26)
$\alpha_6 - \alpha_5$	-	-	0.008* (1.80)	-	-	-	-	-	-	0.01* (1.77)	-	-	-	-
$\alpha_7 - \alpha_6$	-	-	-0.004 (1.29)	-	-	-	-	-	-	-0.00 (1.29)	-	-	-	-
S.E.	4.6064	5.3144	3.1069	4.0177	7.1930	1.1391	2.3176	4.6111	5.1058	3.0631	3.8454	7.5868	1.1862	2.2453
R^2	0.7587	0.8708	0.9329	0.9431	0.8599	0.9939	0.9868	0.7215	0.8457	0.9145	0.9303	0.8089	0.9913	0.9832

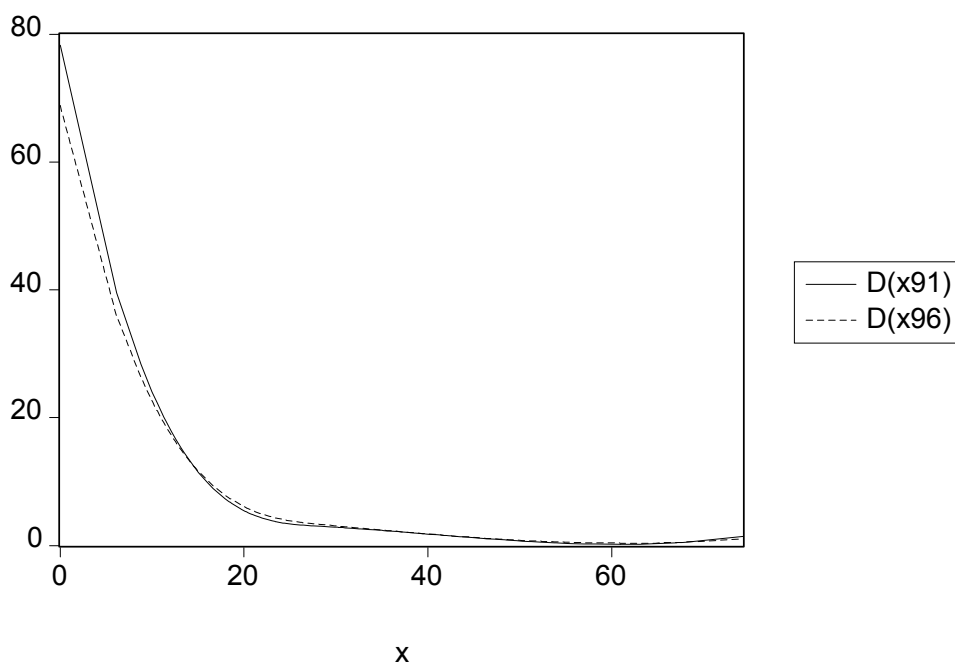
S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo. Estadístico "t" entre paréntesis.

De igual modo, los resultados para el caso de la *Cubic-Spline* también muestran un buen ajuste. Además, la significatividad de los coeficientes es buena. Es interesante resaltar que la elección de los cortes óptimos no ha coincidido en los diferentes ejes, nuevamente como muestra de la heterogeneidad de la RMB. De esta manera, en base a la bondad de ajuste, el error estándar de la regresión y la significatividad de los parámetros, el corte óptimo para el total de la RMB era el dos tramos, es decir, el que permite capturar un subcentro, un máximo local, aproximadamente a unos 30 kms. del centro, señalando también un único mínimo entre centro y subcentro. Para el caso de los ejes, mientras que Mataró, Terrassa-Sabadell, Martorell y Vilafranca también tienen su corte óptimo en los dos tramos, Granollers y Vilanova tienen un corte óptimo de cinco y de tres tramos respectivamente, señalando la existencia de mínimos y máximos locales entre el subcentro que da el nombre al eje y el centro.

La dinámica que sigue la densidad de ocupación entre 1991 y 1996 bajo una formalización con *Cubic-Spline*, muestra la misma tendencia observada para el caso de la *Exponencial*: una reducción de los coeficientes estimados que indica una tendencia hacia la suburbanización de la actividad.

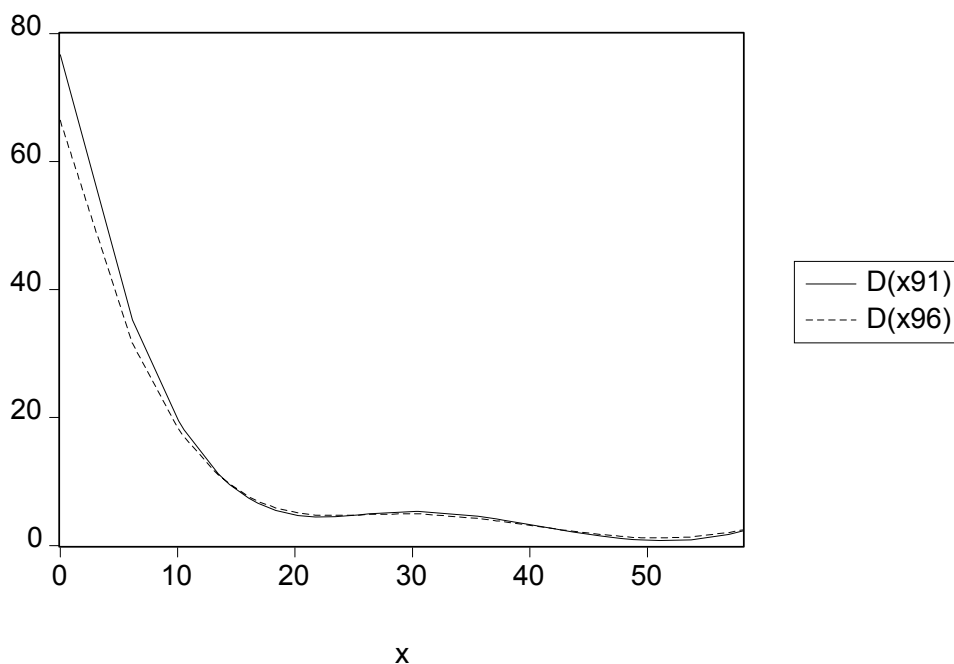
Esta tendencia está recogida de forma visual en el siguiente gráfico del conjunto de la RMB. En este sentido es fácil observar como si bien la línea que marca la densidad de ocupación para 1996 se mantiene por debajo de la de 1991 hasta los 19 kilómetros, a partir de dicha distancia, ésta se sitúa por encima. El máximo local que muestra el “subcentro promedio” de la RMB se visualiza sólo levemente.

Gráfico 4: Dinámica de la Densidad de Ocupación en la RMB
con *Cubic-Spline*.



Por el contrario, al aplicar la *Cubic-Spline* a cada uno de los ejes, la presencia de un subcentro puede vislumbrarse con mayor claridad. Para el caso concreto del eje de Mataró, gráfico 5, el subcentro se ve claramente. La densidad de 1996 es inferior a la de 1991 para aquellos municipios más próximos al centro de la región, mientras que a partir de los 19-20 kilómetros, los municipios presentan una densidad de ocupación superior en 1996 que en 1991 como consecuencia del proceso de suburbanización de la actividad económica.

Gráfico 5: Dinámica de la Densidad de Ocupación en el eje de Mataró
con Cubic-Spline.



3.3 La Spline-Lineal: la “captura” de los Gradientes de los Subcentros.

El apartado anterior nos ha mostrado la existencia de grumos de densidad que, entre 1991 y 1996, muestran una clara tendencia a la suburbanización. No obstante, este proceso se puede dar en dos ámbitos: una suburbanización general que va desde el centro a la periferia, y suburbanización, que afecta a algunos subcentros hacia a su ámbito de influencia.

El uso de la *Spline-Lineal*, dado que aporta el valor de los gradientes para los intervalos considerados, nos permitirá captar la existencia o no de esta descentralización más específica a los subcentros.

Para el caso concreto de la RMB, nuevamente se han hecho estimaciones para la RMB en su conjunto y por ejes. Estimaciones que abarcan tanto sobre el total del empleo en cada ámbito considerado, como por sectores para 1991 y 1996.

En el conjunto de la RMB se han utilizado cuatro tramos que van desde el centro a los veinte kms, de los veinte a los treinta, de los treinta a los treinta y ocho, y, por último, de los treinta y ocho a 57 kms.

La elección de los cortes se ha realizado en base a las delimitaciones de las diferentes áreas en las que podemos dividir la RMB. PIM (2000) y Muñiz & Galindo (2001) adaptan la clasificación de zonas metropolitanas propuesta por la Autoritat Metropolitana del Transport (ATM, 1998): los primeros veinte kilómetros corresponden al conjunto de Barcelona y los municipios que se incluyen en A1 y A2; los treinta y treinta y ocho kilómetros como zona donde, en promedio, se localizan los subcentros “reales” y, además, sus respectivas zonas de influencia (corredores).

La existencia de un *gradiente* positivo entre los 20 y 30 kilómetros y de un *gradiente* negativo entre los 30 y 38 kilómetros muestra claramente la existencia de un máximo correspondiente a un “*subcentro promedio*”.

<i>Resultados 3 RMB</i>		
<i>Spline-Lineal</i>		
	1991	1996
α_1	53.55* (18.06)	48.86* (17.36)
β_1	-2.56* (-14.49)	-2.29* (-13.62)
β_2	0.19 (1.08)	0.13 (0.78)
β_3	-0.05* (-2.05)	-0.05* (-2.29)
β_4	0.37 (1.61)	0.39* (1.81)
S.E.	5.3396	5.0661
R^2	0.6758	0.6638

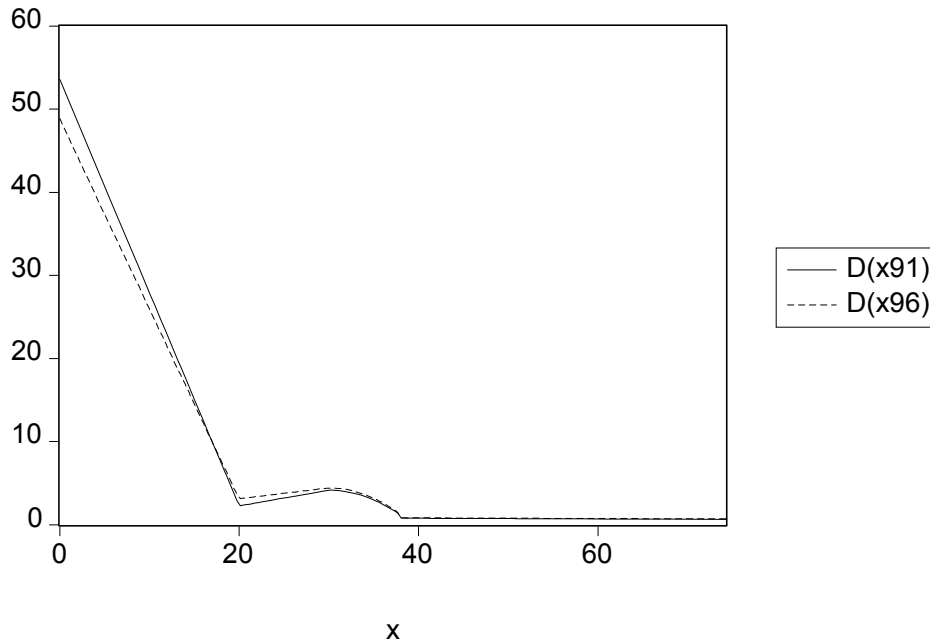
S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo.

A pesar de la no significatividad del gradiente positivo, β_2 , hemos considerado que realmente este es el subcentro promedio debido al método de elección de los cortes y a que, en la realidad, de los siete subcentros existentes la mayoría se localiza a una distancia aproximada de 30-35 kilómetros. La influencia de los otros subcentros, localizados más periféricamente, se denota en el gradiente positivo, aunque pequeño, del último tramo, es decir, del que va de 38 kilómetros hasta el final.

S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo.

Respecto a la dinámica presentada entre los dos años analizados, se puede constatar la existencia de un proceso de descentralización de la actividad económica que desemboca en una reducción de la densidad teórica central, pasando ésta de 53 puestos de trabajo localizados por hectárea en 1991 a 49 en 1996 aproximadamente. Una suburbanización de la actividad que implica un aplanamiento de los gradientes para el primer y segundo tramo y un pequeño repunte para el tramo más periférico, señalando la pérdida de actividad para el centro y la primera corona metropolitana (Barcelona, A1) en favor de A2, los subcentros y sus áreas de influencia. Asimismo, el aplanamiento del gradiente positivo del subcentro es consecuencia también de la descentralización de la actividad hacia su área de influencia y corredor. Este comportamiento explicaría el repunte del gradiente más periférico.

Gráfico 6: Dinámica de la Densidad de Ocupación en la RMB
con Spline-Lineal.



El análisis por ejes muestra un comportamiento diferenciador. En este sentido, para el caso del eje de Mataró la densidad teórica del centro se reduce de 59 a 52 puestos de trabajo localizado por hectárea.

Resultados 4 Mataró
Spline-Lineal

	1991	1996
α_1	59.41* (10.62)	52.19* (10.41)
β_1	-3.09* (-8.15)	-2.65* (-7.81)
β_2	1.12* (1.73)	0.88 (1.51)
β_3	-0.87 (-1.15)	-0.76 (-1.11)
β_4	-0.005 (-0.01)	0.005 (0.02)
S.E.	7.5860	6.7942
R^2	0.7369	0.7269

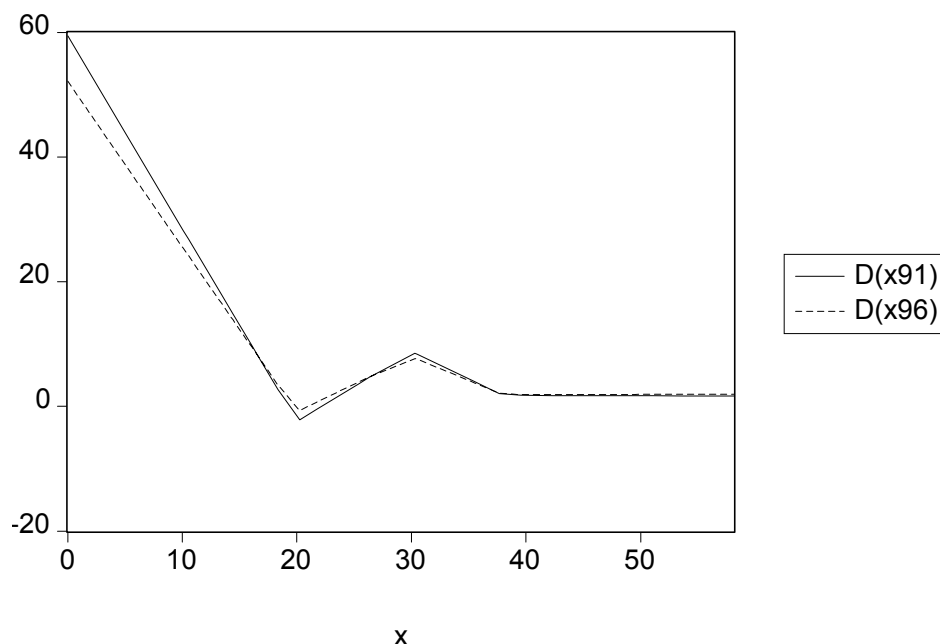
S.E. = error estándar de la regresión; * Significativo

Los gradientes identifican correctamente los subcentros (con significatividad y R^2 elevado, similar al obtenido con *Exponencial* y con *Cubic*). Para este caso, de nuevo los cortes se han escogido para que coincidieran con la primera corona, la ciudad que da nombre al eje, y su corredor. De esta manera, los cortes son exactamente los mismos que los utilizados para el conjunto de la región.

Como resultado, la metodología identifica el subcentro con la ciudad de Mataró, situada, aproximadamente, a unos 30 kilómetros de Barcelona.

Respecto a la dinámica seguida por el eje se detectan claramente la existencia de dos pautas de suburbanización. Por un lado, se observa una descentralización de la actividad económica desde el centro (y la primera corona) hacia el resto del eje.

Gráfico 7: Dinámica de la Densidad de Ocupación en el eje de Mataró
con Spline-Lineal.



Por otro lado, de forma más clara que para el conjunto de la región, se observa el proceso de descentralización que se está produciendo en el subcentro: *expulsa* actividad hacia su corredor e, incluso, hacia zonas más periféricas. En este sentido, se observa un “*aplanamiento*” en todos los intervalos, excepto para el más periférico donde se encuentran municipios como Tordera, pasando de un gradiente negativo a un gradiente positivo como resultado de esta “*captura*” de actividad, aumentando su influencia sobre el conjunto del eje (y de la región).

Además, esta *pérdida* de actividad del subcentro se ratifica tanto por la pérdida de la significatividad del gradiente positivo (dispersión) como, de forma visual, por la reducción de densidad del subcentro representada por la intersección del gradiente positivo y del gradiente negativo.

Por otra parte, el segundo eje, el de Granollers, se caracteriza por la *dominancia* de un centro de “nuevo” desarrollo. En este caso, los cortes realizados también se han escogido siguiendo el criterio anterior de identificación de diferentes áreas en el eje, siendo éstos de 0, 19, 30 y 40 los escogidos.

De nuevo, los signos de los gradientes parecen señalar la existencia de un pequeño subcentro, aunque en este caso sin que en ninguno de los dos lados muestre

significatividad para algún año, probablemente como consecuencia del desarrollo reciente del subcentro.

Resultados 5 Granollers
Spline-Lineal

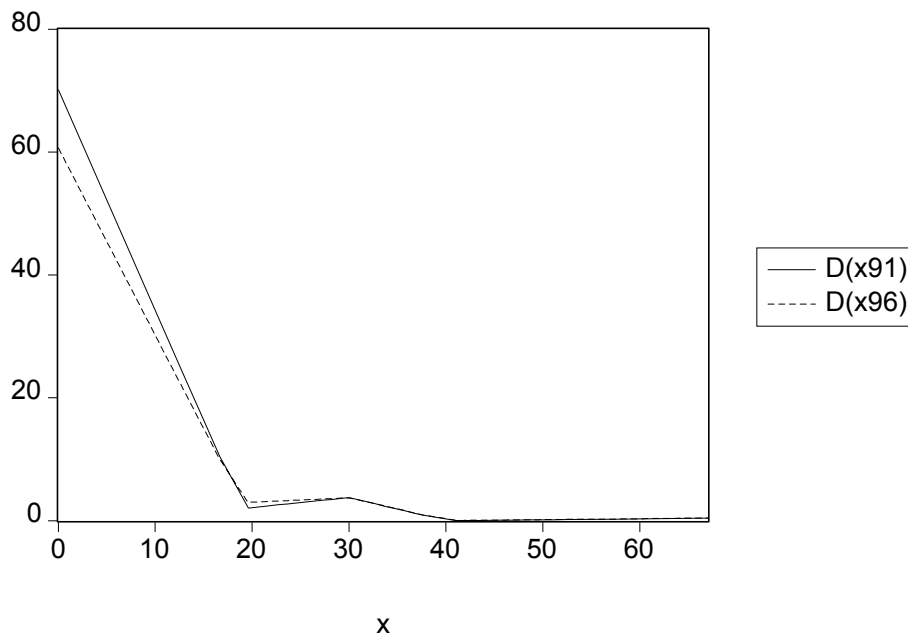
	1991	1996
α_1	70.16* (16.01)	60.67* (15.22)
β_1	-3.59* (-13.61)	-3.04* (-12.67)
β_2	0.16 (0.64)	0.07 (0.32)
β_3	-0.37 (-1.46)	-0.37 (-1.57)
β_4	0.01 (0.09)	0.01 (0.09)
S.E.	4.6741	4.2536
R^2	0.8481	0.8351

S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo.

También es interesante percatarnos del gradiente más periférico cuyo signo es positivo, denotando la existencia de un pequeño óptimo local en el extremo del eje, debido a la concentración de actividad que se da en Sant Celoni.

A diferencia del caso de Mataró, no se observa una descentralización del subcentro, sino simplemente la suburbanización de la actividad desde el centro del eje hacia el subcentro.

Gráfico 8: Dinámica de la Densidad de Ocupación en el eje de Granollers con Spline-Lineal.



Quizás el eje más peculiar sea el de Sabadell-Terrassa. Peculiar porque está formado por dos subcentros principales de tipo histórico con características muy similares.

Para intentar capturar ambos subcentros los tramos que se han escogido son cinco que comprenden de los 0 a los 21 kilómetros, de los 21 a los 25 kilómetros (para captar

Sabadell), de los 25 a los 28 kilómetros, de los 28 a los 31 (para captar Terrassa), de los 31 hasta el final del eje.

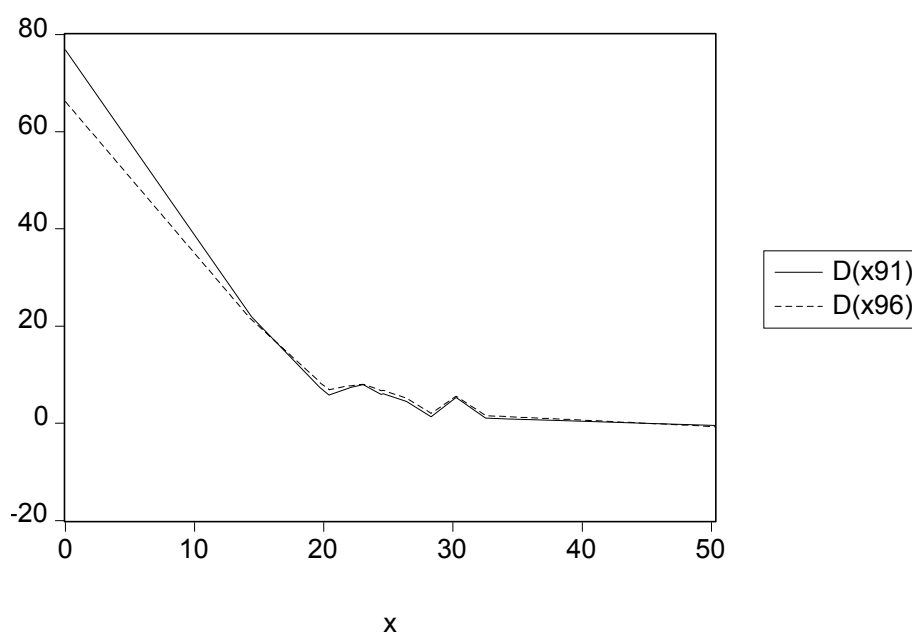
Resultados 6 Sab-Ter
Spline-Lineal

	1991	1996
α_1	76.83* (18.64)	66.20* (16.74)
β_1	-3.48* (-14.86)	-2.90* (-12.93)
β_2	0.71 (1.27)	0.44 (0.82)
β_3	-1.53 (-1.44)	-1.43 (-1.40)
β_4	-0.26 (-0.27)	-0.28 (-0.31)
β_5	-0.09 (-0.44)	-0.13* (-0.69)
S.E.	4.1544	3.9863
R^2	0.9391	0.9251

S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo.

Si bien los gradientes sólo señalan un único subcentro que se identificar con Sabadell, la graficación de los coeficientes permite observar ambos. Una de las posibles explicaciones para esta falta de identificación se encuentra en la interacción mutua de los subcentros, además de las pocas observaciones disponibles que forman las zonas de influencia de cada uno de ellos.

Gráfico 9: Dinámica de la Densidad de Ocupación en el eje de Sabadell-Terrassa con Spline-Lineal.



De nuevo, se observa el proceso de descentralización en base a una pérdida de la actividad desde el centro a la periferia, y desde los subcentros hacia el corredor de Sabadell, cuyos gradientes se “aplanan”.

En el eje de Martorell, los tramos se reducen a tres (0-20-31) e, igualmente, obtenemos la identificación del subcentro.

Al igual que en el eje de Granollers, la actividad no parece haberse descentralizado desde el subcentro hacia su corredor. Es más, sucede todo lo contrario, Martorell gana actividad.

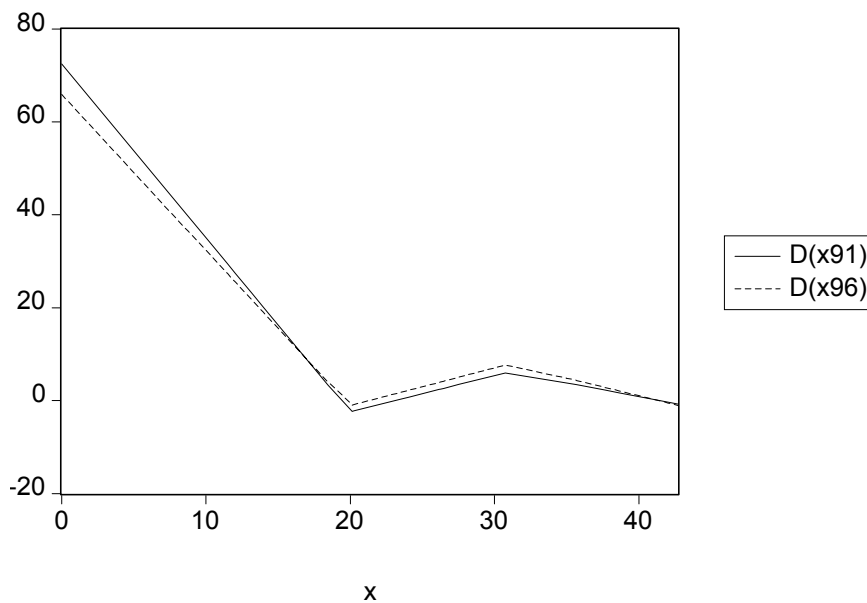
Resultados 7 Martorell
Spline-Lineal

	1991	1996
α_1	72.46* (13.57)	65.95* (12.86)
β_1	-3.74* (-10.42)	-3.35* (-9.72)
β_2	0.78 (1.48)	0.81 (1.61)
β_3	-0.59 (-1.01)	-0.76 (-1.35)
S.E.	7.0546	6.7732
R^2	0.8652	0.8477

S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo.

Sin duda este fenómeno es consecuencia tanto del carácter reciente del subcentro como, sobretodo, por el traslado de la factoría de SEAT de la zona franca a Martorell. Al incremento de actividad inicial debe sumarse otro flujo inducido por los efectos de arrastre.

Gráfico 10: Dinámica de la Densidad de Ocupación en el eje de Martorell con Spline-Lineal.



En el eje de Vilafranca, con cortes en los 14, 31, 40 y 51 kilómetros, se identifica claramente el subcentro. Resulta destacable la elevada bondad de ajuste (superior a 0.99) junto a una elevada significatividad de los gradientes estimados. No obstante, hay que señalar que el valor de estos gradientes es de los más bajos que se han obtenido.

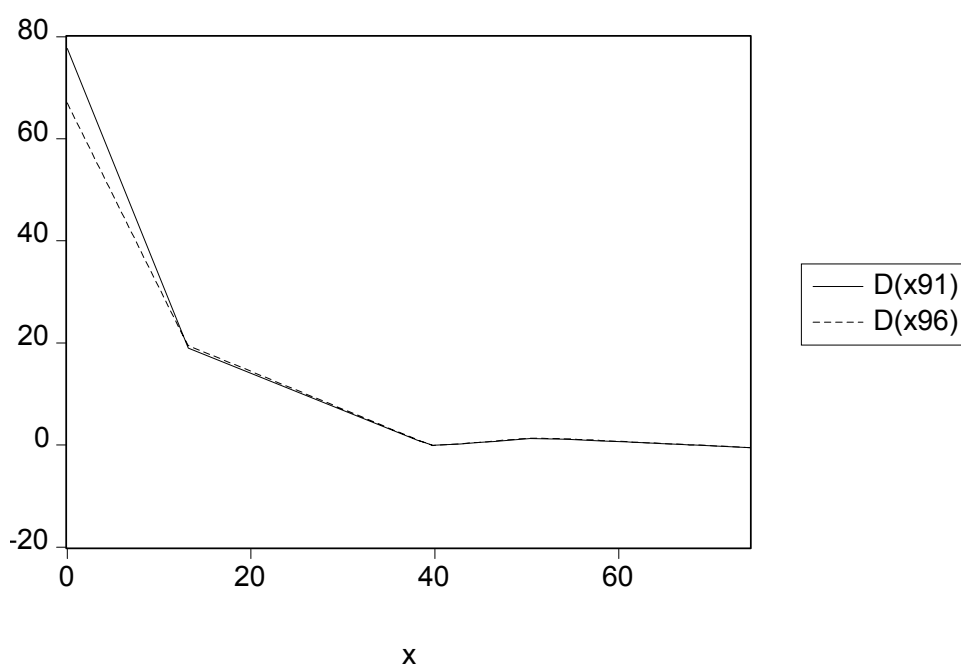
La dinámica seguida por este subcentro es similar a la de los subcentros de reciente industrialización: la descentralización de la actividad se produce sólo desde el centro al resto del eje, pero, en ningún caso, desde el subcentro a su zona de influencia.

*Resultados 8 Vilafranca del P.
Spline-Lineal*

	1991	1996
α_1	77.66* (74.83)	66.98* (63.21)
β_1	-4.45* (-40.02)	-3.61* (-31.77)
β_2	-0.60* (-12.16)	-0.64* (-12.78)
β_3	0.15* (2.02)	0.16* (2.11)
β_4	-0.08* (-2.28)	-0.09* (-2.39)
S.E.	1.0378	1.0595
R^2	0.9949	0.9930

S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo.

Gráfico 11: Dinámica de la Densidad de Ocupación en el eje de Vilafranca del P.
con Spline-Lineal.



Por último, en el eje de Vilanova i la Geltrú también se identifica el subcentro, a pesar de que no es significativo con los óptimos fijados en los 0, 19 y 46 kilómetros.

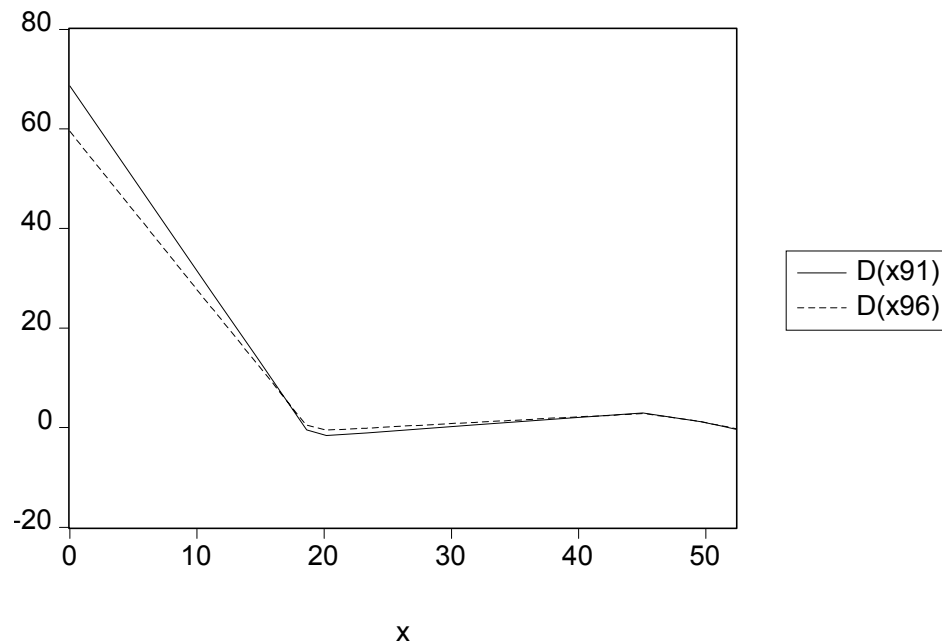
Esta baja significatividad junto con una dinámica de descentralización tanto desde el centro del eje como desde el propio subcentro nos está señalando que el subcentro tiende a desaparecer, en términos de actividad económica, como consecuencia de la dispersión de ésta.

Resultados 9 Vilanova i la Geltrú
Spline-Lineal

	1991	1996
α_1	68.58* (9.51)	59.51* (9.88)
β_1	-3.71* (-8.07)	-3.17* (-8.27)
β_2	0.18 (0.73)	0.13 (0.64)
β_3	-0.54 (-0.42)	-0.49 (-0.46)
S.E.	7.8000	6.5098
R^2	0.8506	0.8588

S.E.: error estándar de la regresión; * Significativo.

Gráfico 12: Dinámica de la Densidad de Ocupación en el eje de Vilanova i la Geltrú
con Spline-Lineal.



4. Actividad Económica y Estructura Urbana:

Varying Coefficient Model.

Tanto en el modelo monocéntrico como en el policéntrico compuesto, los costes de transporte son los que determinan la estructura de cada ciudad. Esta falta de protagonismo por parte de otros factores es consecuencia de una serie de hipótesis restrictivas. Quizá el supuesto más restrictivo y que, de alguna manera, condiciona a todo el modelo es el de la distribución homogénea de los recursos en el territorio.

En este sentido, los recursos, en general, no se distribuyen igualitariamente por el territorio. Distinguiendo entre recursos *tangibles* e *intangibles*, los primeros serían los relacionados con los inputs físicos, con el capital monetario y con el trabajo, los segundos hacen referencia al capital humano y al capital tecnológico en forma de innovación⁶. Si bien podríamos considerar que los tangibles pueden encontrarse de forma homogénea en el territorio, sobretudo cuando el ámbito espacial es pequeño, los intangibles difícilmente se hallarían de esta forma.

Es precisamente la presencia de estos intangibles la que permite la aparición de lo que Marshall (1890) denominó *atmósfera industrial* y que, según autores como Romer (1986) y Lucas (1988), permite a la actividad económica de obtener *beneficios externos* a ella y que no obtendría en cualquier otra localización.

Por mucho que consideremos una distribución igualitaria de capital físico, de capital monetario y de trabajo, la presencia de focos de *externalidades* derivadas del entorno rompe la pretendida homogeneidad del territorio, ejerciendo atracción sobre la actividad y, por tanto, configurando un nuevo centro. Cuando la heterogeneidad se amplía al resto de recursos, los beneficios externos también se amplían.

En general, las teorías de la localización señalan tres factores que influyen sobre la determinación de la ubicación de la actividad: los costes de transporte, la existencia de externalidades y la presencia de demanda. Este estudio, además, considera un cuarto factor: la competencia a la Tiebout entre municipios en la atracción de empresas.

Puesto que los modelos de ciudades anteriores sólo consideran uno de estos factores, los costes de trabajo, la omisión de variables es un importante problema de éstos.

Por tanto, la introducción de determinantes que recojan la lógica de la localización de la actividad económica nos permitirá caracterizar de forma más precisa la realidad.

4.1 Varying Coefficient Model: un Modelo Exponencial.

La metodología utilizada es el *Modelo de Coeficientes Variables* (*Varying Coefficient Model*, VCM) también denominada *Varying Parameter Density Gradient Model* (Muñiz & Galindo, 2001) o, simplemente, *Varying-Parameter (Econometric) Model* (Zheng, 1991) con la que se trata de identificar los factores que, para el caso de la función de densidad de tipo exponencial, inciden sobre la densidad teórica del centro (D_0) y sobre el gradiente de densidad (γ).

$$D(x) = D_0 e^{-\gamma x}$$

(5)

s.a.

$$\gamma = f(\bullet)$$

$$D_0 = g(\bullet)$$

¿Qué variables se han incluido como determinantes de la dinámica espacial de la Región Metropolitana de Barcelona? La respuesta es, en parte, sencilla: se ha intentado que todas las variables que han aparecido a lo largo de las críticas al modelo original de Muth-Mills fueran representadas.

De esta manera, las variables consideradas y sus signos esperados, es decir, la relación esperada entre su nivel y la densidad teórica centro, y la relación esperada entre su nivel y el gradiente son:

1) Los *Rendimientos Medios Declarados* (RMD) de cada municipio pueden ser utilizados como indicadores de demanda. Bajo este punto de vista, su impacto sobre la densidad teórica del centro será negativo, es decir, cuanto mayor sea la “renta” en los municipios de la Región, menor será la “contención” de empresas que busquen colocar su demanda.

Por otro lado, se espera un impacto negativo sobre el gradiente. Es decir, cuanto mayor sea la renta en el resto de municipios, más actividades se localizarán en estos

⁶ Son recursos que no se pueden desligar de los tangibles, aunque la presencia de éstos no asegura la de los intangibles.

municipios y, por tanto, menor será el valor absoluto del gradiente (mayor suburbanización).

Hay que tener en cuenta que la interpretación anterior es correcta siempre y cuando la población no rivalice con la actividad por el suelo y/o cuando la actividad no genere externalidades negativas sobre la población. Si existe rivalidad por el uso del suelo, cuanto mayor sea la renta, mayor será su demanda de suelo y mayor la cantidad dispuesta a pagar, por lo que el efecto, tanto sobre la densidad central como sobre el gradiente, serán los contrarios, es decir positivos: la población expulsa a la actividad.

Por otro lado, si la actividad genera efectos negativos sobre la población, cuanto mayor sea la renta, mayor será la capacidad para cambiar de entorno, por lo que los municipios con mayores rentas serán aquellos con menores densidades de ocupación, es decir, la renta tendrá un efecto positivo sobre el gradiente y sobre la densidad central: la actividad expulsa población.

En definitiva, si el carácter que adopta la renta media es de atraer demanda, los efectos serán negativos, mientras que si se rivaliza con la actividad, afectará de forma positiva sobre la densidad central y sobre el gradiente.

2) Para el caso de la *Población (POB)* se puede utilizar una argumentación similar a la anterior. En la medida en que ésta no rivalice con la actividad por el uso del suelo y/o no se generen externalidades negativas, el efecto será negativo sobre la densidad central y sobre el gradiente. Si, por el contrario, se expulsan mutuamente, el efecto será positivo.

3) El *Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI)*, el tipo impositivo, se utiliza como indicador de los efectos de la Imposición Local y, por tanto, de la Competencia entre municipios sobre la localización ocupacional. El impacto esperado es positivo sobre la densidad del centro y sobre el gradiente. Para el caso del centro, cuanto mayor sea la carga fiscal (local) que han de soportar las actividades en la Región, mayor será la presencia de éstas en el centro. Cuanto mayor sea esta carga en el resto de municipios de la Región, menor será la presencia de actividades (menor descentralización).

4) Los *Kilómetros de Carretera (TK)* se utiliza como indicador de los costes de transporte. El signo esperado es indeterminado. En este sentido, si la mejor accesibilidad que

representan permite la descentralización de la actividad económica, entonces tendrá un efecto negativo sobre densidad y gradiente, que se aplanará. Este caso ocurrirá, sobretodo, en actividades pertenecientes a sectores al detalle, que necesitan proximidad con sus clientes, o en actividades en las que los costes de congestión son mayores que los inconvenientes de localizarse fuera del centro.

Por otro lado, se dará un efecto positivo cuando el transporte privado de los productos compita con el transporte público. De esta manera, la inexistencia de transporte público requiere de la creación de una buena red de infraestructuras viarias que permita hacer llegar los productos desde el centro al resto de municipios.

Por último, esta variable también puede indicar la presencia de Externalidades Pecuniarias. Esto es, una buena red de infraestructuras públicas puede interpretarse como indicador de ampliación de Mercado. Si es así, tendrá un efecto negativo sobre la densidad teórica central y sobre el gradiente.

5) El *Número de Camiones y Furgonetas por puesto de trabajo localizado (VEH)* presentes en cada municipio también se usa como indicador de costes de transporte. De esta manera, presenta los tres efectos anteriores: negativo cuando la accesibilidad permite la descentralización y/o cuando ésta permite la ampliación del mercado (Externalidad Pecuniaria); positivo cuando es síntoma de falta de transporte público y, por tanto, se requiere del privado para abastecer desde la centralidad al resto de municipios.

6) El *Coeficiente de Localización (CL)* se utiliza como indicador de la presencia de Externalidades Tecnológicas derivadas de la especialización. El signo esperado sobre el gradiente y sobre la densidad central es negativo, es decir, cuanto más importantes sean este tipo de externalidades en los municipios, mayor será la atracción y, por tanto, la descentralización.

7) La variable de *Diversidad⁷Productiva (VAR)* mide la importancia de la “fertilización cruzada de ideas” de Jane Jacobs en la generación/atracción de puestos de trabajo,

⁷ $VAR_i = \sum \left(\frac{\text{Puestos de Trabajo del Municipio } i \text{ en Sector } s}{\text{Puestos de Trabajo Totales Municipio } i} \right)^2$, cuanto más próxima a 0 más diversificada está la estructura productiva.

aunque también se puede interpretar como una medida de las Externalidades Pecuniarias presentes en el municipio dado que este tipo de externalidades se basaban, entre otras cosas, en la introducción de una serie de variedades, cuyo número dependía del “gusto por la variedad”, por la diversidad, de los individuos⁸.

En ambas interpretaciones, el signo esperado de esta variable es negativo sobre el gradiente y sobre la densidad central. Es decir, cuanto más importante sea el papel de la “fertilización cruzada de ideas” y/o de las Externalidades Pecuniarias en los municipios de la RMB, mayor será la atracción de actividad y, por tanto, mayor la suburbanización (más pequeño el gradiente) y menor la presencia de actividad en el centro.

Para que la lectura de la “fertilización” sea correcta es necesario establecer un umbral de tamaño a los municipios. La idea es que cuando Jane Jacobs (1969) concibió este concepto estaba pensando en una ciudad lo suficientemente grande como para que existiera un elevado número de actividades productivas que, a la vez, dieran empleo a un número elevado de individuos. Evidentemente, cuando los municipios son pequeños en términos de empleo, que tengan muchas actividades productivas con pocos empleados, no significa que sean diversos en el sentido de Jacobs, sino que no son especializados ni diversificados. Para poder capturar correctamente la *diversidad* hemos optado por considerar una variable de diversidad para los municipios menores a 5000 puestos de trabajo localizados y otra para los municipios con más de 5000.

Supongamos que existe un planificador que zonifica respondiendo perfectamente a las fuerzas del mercado. Esto es, considerará la ecuación (5) a la que, sustituyendo, las restricciones a las que está sujeta, queda de la siguiente manera:

$$D(x) = \left(\alpha_0 + \alpha_1 POB + \alpha_2 RMD + \alpha_3 VEH + \alpha_4 TK + \alpha_5 IBI + \sum_{k=1}^2 \alpha_{6k} D_k VAR + \alpha_7 CL \right) e^{-\left(\beta_0 + \beta_1 POB + \beta_2 RMD + \beta_3 VEH + \beta_4 TK + \beta_5 IBI + \sum_{k=1}^2 \beta_{6k} D_k VAR + \beta_7 CL \right) x} \quad (6)$$

es decir,

⁸ No obstante, como se comentaba en párrafos superiores, hay que tener en cuenta que la reducción de los costes de transporte permite la ampliación de esta Externalidad a toda la Región, por lo que la interpretación del indicador iría más en la dirección de la “fertilización cruzada de ideas”.

$$D(x) = \left(\alpha_0 + \alpha_1 POB + \alpha_2 RMD + \alpha_3 VEH + \alpha_4 TK + \alpha_5 IBI + \sum_{k=1}^2 \alpha_{6k} D_k VAR + \alpha_7 CL \right) e^{-\left(\beta_0 x + \beta_1 POBx + \beta_2 RMDx + \beta_3 VEHx + \beta_4 TKx + \beta_5 IBIx + \sum_{k=1}^2 \beta_{6k} D_k VARx + \beta_7 CLx \right)} \quad (7)$$

donde $D_1 = \begin{cases} 1 & \text{si Puestos de Trabajo Localizado } s < 5000 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$

y $D_2 = \begin{cases} 1 & \text{si Puestos de Trabajo Localizado } s \geq 5000 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$.

Si linealizamos (7) obtenemos:

$$\ln D(x) = \ln \left(\alpha_0 + \alpha_1 POB + \alpha_2 RMD + \alpha_3 VEH + \alpha_4 TK + \alpha_5 IBI + \sum_{k=1}^2 \alpha_{6k} D_k VAR + \alpha_7 CL \right) + \\ - (\beta_0 x + \beta_1 POBx + \beta_2 RMDx + \beta_3 VEHx + \\ + \beta_4 TKx + \beta_5 IBIx + \sum_{k=1}^2 \beta_{6k} D_k VARx + \beta_7 CLx) \quad (8)$$

Hay autores que en lugar de utilizar el logaritmo de la densidad teórica del centro, usan directamente los valores de las variables (sin que estas sean linealizadas)⁹. En tal caso, la versión linealizada queda de la siguiente manera:

$$\ln D(x) = \left(\alpha_0 + \alpha_1 POB + \alpha_2 RMD + \alpha_3 VEH + \alpha_4 TK + \alpha_5 IBI + \sum_{k=1}^2 \alpha_{6k} D_k VAR + \alpha_7 CL \right) + \\ - (\beta_0 x + \beta_1 POBx + \beta_2 RMDx + \beta_3 VEHx + \\ + \beta_4 TKx + \beta_5 IBIx + \sum_{k=1}^2 \beta_{6k} D_k VARx + \beta_7 CLx) \quad (9)$$

A partir de esta especificación realizamos las estimaciones para el caso de la ocupación total del conjunto de la RMB.

Tras diversas pruebas, la especificación final estimada es la (10) en la que se incluye óptimos locales significativos para el caso de la Población y para el Impuesto sobre Bienes Inmuebles, mejorando el ajuste del modelo.

$$\ln D(x) = \left(\alpha_0 + \alpha_1 POB + \alpha_2 RMD + \alpha_3 VEH + \alpha_4 TK + \alpha_5 IBI + \sum_{k=1}^2 \alpha_{6k} D_k VAR + \alpha_7 CL \right) +$$

$$-(\beta_0 x + \beta_1 POBx + \beta_8 POB^2 x + \beta_2 RMDx + \beta_3 VEHx +$$

$$+ \beta_4 TKx + \beta_5 IBIx + \beta_9 IBI^2 x + \sum_{k=1}^2 \beta_{6k} D_k VARx + \beta_7 CLx) \quad (10)$$

Dado que a simple vista tanto el Coeficiente de Localización como el indicador de Diversidad Productiva podrían verse influenciados mutuamente, se ha optado por adoptar la estrategia seguida por Glaeser et al. (1992) de ir introduciendo y sustrayendo combinaciones de las dos variables en la ecuación final. Los resultados de las especificaciones (A), (B), (C) y (D) para ambos años muestran una importante mejora explicativa del modelo cuando se incorporan ambas variables (especificación (D)).

Los resultados que aparecen en (D) muestran algunas *desviaciones* respecto los signos esperados comentados en párrafos superiores. Así, la Población presenta un efecto positivo sobre la densidad teórica central, indicando, por tanto, la rivalidad por el suelo y/o la generación de externalidades negativas. Esto es, la población expulsa la actividad. No obstante, este efecto también podría darse en el marco de atracción de actividad sin rivalidad ni externalidades como consecuencia del elevado peso del municipio central. Barcelona mantiene todavía el 37% de la población de la RMB, potenciado por el hecho de ser una única observación.

El efecto sobre el gradiente es negativo como respuesta al proceso de suburbanización de la población. Este efecto señala, simplemente, que la actividad sigue a la población y, por tanto, teniendo presente el efecto sobre la densidad central. o bien existe un comportamiento diferenciado entre el centro y los municipios de la periferia, o bien, para un comportamiento similar, el efecto positivo sobre la densidad teórica central vendría explicado por la última de las argumentaciones anteriores.

Es importante observar que el efecto sobre el gradiente, como indica su valor al cuadrado, tiene un mínimo local, un umbral de población a partir del cual el efecto negativo sobre el valor absoluto del gradiente se revierte para volverse positivo¹⁰. Por

⁹ Ver, por ejemplo, Muñiz & Galindo (2001) o Johnson & Kau (1980).

¹⁰ Este cambio de signo podría explicarse de nuevo por las argumentaciones anteriores. Esto es, o bien el tamaño de la población, como indicadora de demanda, llega a un punto en el que un aumento no atrae a más actividad porque ya existe un número suficientemente grande de competencia capaz de capturar la

tanto, en lugar de comportamientos diferenciados, los efectos opuestos del centro y la periferia vienen explicados por sus diferentes tamaños de población.

Los Rendimientos Medios Declarados tienen un efecto negativo sobre la densidad central y sobre el gradiente. La interpretación, por tanto, es que la rentas elevadas y la actividad no se expulsan mutuamente como consecuencia de la rivalidad por el suelo y/o por la generación de externalidades negativas, por lo que la actividad sigue a las rentas elevadas en su periplo de suburbanización. No obstante, esta relación pierde significatividad en 1996.

El Número de Camiones y Furgonetas y los Kilómetros de Carreteras muestran un signo negativo sobre la densidad teórica central y sobre el gradiente en 1991. Esto es, la mejora de la accesibilidad permite la descentralización de la actividad puesto que, como se observa en el comportamiento de la población y de las rentas, la actividad sigue a la población, por los menos hasta un cierto tamaño.

El cambio se produce en 1996 para los Kilómetros de Carretera, tanto en la densidad central como en el gradiente, aunque sin ser significativas. Por el contrario, el Número de Vehículos mantiene su efecto negativo.

Esta combinación de efectos para las dos variables recoge el diferente efecto que tiene la accesibilidad para los diferentes sectores. Esto es, el efecto positivo de los Kilómetros de Carretera capta la mayor importancia de los empleos generados en actividades que requieren de centralidad. Por contra, el mantenimiento del efecto negativo de los Vehículos capta la descentralización del resto de actividades. La no significatividad de la primera señala el “dominio” del proceso de descentralización.

Asimismo, este efecto negativo del Número de Vehículos también se puede identificar con una ampliación del mercado, a la cual podemos asociar la presencia y, por tanto, ampliación de Externalidades de tipo Pecuniario.

El Impuesto de Bienes Inmuebles presenta efectos positivos sobre la densidad del centro y sobre el gradiente. Es fácil observar que tiene un carácter intervencionista, es decir, puede ser utilizado como un instrumento de competencia entre jurisdicciones en la atracción/expulsión de actividad: aquellos municipios con un tipo inferior atraerán actividad en detrimento de los que establezcan un tipo mayor. No obstante, existe un

nueva demanda; o bien el tamaño de la población llega a un punto en el que la atracción de más actividad genera rivalidad por el uso del suelo y/o la generación de externalidades negativas.

máximo local a partir del cual el efecto positivo sobre el valor absoluto del gradiente se reduce. Para nuestro caso, los resultados, por tanto, muestran que los elevados IBI's provocan congestión, haciendo preferible para la empresa la centralidad.

Resultados 10 VCM Exponencial RMB

	1991				1996			
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(B)	(C)	(D)
<i>Constante</i>	0.5135 (1.25)	0.4108 (0.85)	-0.3869 (-0.91)	-0.4659 (-0.98)	-0.0963 (-0.22)	-0.4761 (-0.91)	-0.8299** (-1.98)	-1.2114** (-2.40)
<i>POB</i>	3.04e-6*** (9.77)	2.94e-6*** (9.44)	3.11e-6*** (10.37)	3.02e-6*** (10.05)	2.67e-6*** (7.29)	2.59e-6*** (7.05)	2.80e-6*** (8.05)	2.72e-6*** (7.79)
<i>RMD</i>	-0.0004*** (-5.81)	-0.0007*** (-5.23)	-0.0007*** (-5.62)	-0.0006*** (-5.04)	-0.0005*** (-4.00)	-0.0005*** (-3.47)	-0.0004*** (-3.41)	-0.0004*** (-2.88)
<i>VEH</i>	-0.0029*** (-16.85)	-0.0025*** (-13.24)	-0.0029*** (-17.76)	-0.0025*** (-13.96)	-0.0026*** (-19.43)	-0.0023*** (-16.37)	-0.0026*** (-20.37)	-0.0024*** (-17.17)
<i>TK</i>	0.0066 (0.73)	-0.0104 (-1.10)	0.0056 (0.64)	-0.0118 (-1.30)	0.0239*** (2.77)	0.0123 (1.36)	0.0211** (2.58)	0.0094 (1.11)
<i>IBI</i>	0.2197 (0.53)	0.4534 (1.10)	0.2185 (0.55)	0.4524 (1.14)	0.4965 (1.24)	0.6437 (1.60)	0.4121 (1.08)	0.5634 (1.47)
<i>VAR-D1</i>	-	-7.1974*** (-2.90)	-	-7.6625*** (-3.21)	-	-2.4221 (-0.73)	-	-2.4966 (-0.8012)
<i>VAR-D2</i>	-	3.8529 (1.10)	-	3.6354 (1.08)	-	6.2481 (1.54)	-	6.3598* (1.6580)
<i>CL?</i>	-	-	0.7534*** (11.44)	0.7608*** (11.60)	-	-	0.5223*** (7.35)	-0.5261*** (-7.42)
<i>X</i>	0.0510*** (3.01)	0.0475*** (2.68)	0.0447*** (2.72)	0.0413** (2.40)	0.0179 (0.98)	0.0054 (0.28)	0.0215 (1.23)	0.0089 (0.48)
<i>POB.X</i>	-1.67e-6*** (-17.12)	-1.61e-6*** (-13.73)	-1.70e-6*** (-18.08)	-1.66e-6*** (-14.69)	-1.83e-6*** (-17.15)	-1.72e-6*** (-13.97)	-1.90e-6*** (-18.71)	-1.80e-6*** (-15.41)
<i>POB^2.X</i>	6.2e-12*** (11.59)	6.3e-12*** (10.47)	6.3e-12*** (12.12)	6.4e-12*** (11.10)	7.6e-12*** (11.61)	7.3e-12*** (10.05)	7.9e-12*** (12.60)	7.6e-12*** (11.04)
<i>RMD.X</i>	-1.58e-5*** (-4.37)	-1.53e-5*** (-4.17)	-1.51e-5*** (-4.33)	-1.47e-5*** (-4.16)	-7.53e-6* (-1.79)	-6.91e-6 (-1.62)	-5.18e-6 (-1.29)	-4.65e-6 (-1.15)
<i>VEH.X</i>	-3.92e-5*** (-10.28)	-2.98e-5*** (-7.21)	-3.93e-5*** (-10.70)	-2.98e-5*** (-7.49)	-3.81e-5*** (-13.52)	-3.32e-5*** (-10.89)	-3.79e-5*** (-14.20)	-3.31e-5*** (-11.44)
<i>TK.X</i>	-8.94e-5 (-0.37)	-0.0003 (-1.36)	1.95e-5 (0.08)	-0.0004* (-1.73)	0.0006*** (2.83)	0.0004 (1.57)	0.0006*** (2.68)	0.0003 (1.35)
<i>IBI.X</i>	0.1826*** (4.50)	0.1942*** (4.78)	0.1703*** (4.35)	0.1824*** (4.66)	0.2072*** (5.17)	0.2168*** (5.40)	0.1864*** (4.90)	0.1961*** (5.14)
<i>IBI^2.X</i>	-0.1491*** (-5.08)	-0.1561*** (-5.31)	-0.1421*** (-5.02)	-0.1497*** (-5.29)	-0.1544*** (-5.31)	-0.1599*** (-5.50)	-0.1426*** (-5.17)	-0.1482*** (-5.37)
<i>VAR-D1.X</i>	-	-0.1245** (-2.52)	-	-0.1294*** (-2.72)	-	-0.0052 (-0.08)	-	-0.0052 (-0.08)
<i>VAR-D2.X</i>	-	0.1456 (1.62)	-	0.1579* (1.82)	-	0.1749* (1.69)	-	0.1882* (1.92)
<i>CL? .X</i>	-	-	0.0100*** (7.28)	0.0101*** (7.42)	-	-	0.0003 (0.20)	0.0004 (0.26)
<i>R²</i>	0.5556	0.5598	0.5877	0.5922	0.5561	0.5583	0.6000	0.6022
<i>Log likelihood</i>	-2917.80	-2904.90	-2274.03	-2254.48	-2783.87	-2774.10	-1709.86	-1692.73

*** Significativo al 99%, ** Significativo al 95%, *Significativo al 90%; Entre paréntesis el estadístico "t".

Respecto a las variables de Diversidad Productiva, puesto que éstas en sí miden la falta de variedad, la lectura de los signos de sus coeficientes se hace a la inversa. De esta manera, la que hace referencia a los municipios pequeños (los de menos de 5000 puestos de trabajo localizados) se aparta del signo esperado del gradiente, es decir, presenta un

efecto positivo que no interpretamos en clave de falta de variedad o de diversidad porque debido al reducido tamaño, como se comentaba anteriormente, no se puede decir que sean diversificados.

Por el contrario, la variable para los municipios grandes sí que mide la Diversidad Productiva y sus coeficientes presentan el signo negativo esperado sobre el gradiente: la posibilidad de “fertilización” en partes de la periferia (sobretudo en los subcentros), atrae actividad. No obstante, el efecto sobre la densidad teórica central es positivo, consecuencia, probablemente, del todavía elevado peso de Barcelona como de la primera conurbación (A1).

Este peso queda patente sobretudo en el Coeficiente de Localización, haciendo que no se obtengan los signos esperados. Los municipios de A1 están fuertemente especializados, lo cual ejerce un efecto positivo sobre el gradiente que anula el efecto negativo del subcentro del tipo “distrito industrial”. Además, a este efecto positivo sobre el gradiente y sobre la densidad del centro se ha de añadir al hecho de que esta variable es de tipo sectorial, por lo que al hacer la estimación a nivel “total” obtenemos un coeficiente promedio. En definitiva, estos “problemas” no nos permiten capturar correctamente el papel jugado por los subcentros (para todos los sectores o para algunos). Unos problemas que en el apartado siguiente se superan con el uso de la *Spline Lineal*.

En definitiva, la distribución de la densidad de empleo en la RMB viene explicada por la Población (POB) como indicador de Demanda, el Número de Camiones y Furgonetas por empleo (VEH) como indicador de los Costes de Transporte y de la Externalidad Pecuniaria, y la Diversidad Productiva en los municipios grandes como indicador de la “fertilización cruzada de ideas” con un efecto negativo sobre el gradiente; y el Impuesto de Bienes Inmuebles como indicador de la carga fiscal con un efecto positivo sobre el gradiente. Un modelo con una bondad de ajuste (R^2) aceptable de 0.60.

4.2 Varying Coefficient Model: un Modelo Spline Lineal.

Partiendo de la misma metodología anterior, el *Varying Coefficient Model*, y teniendo en cuenta las mismas variables del apartado anterior, se estima la ecuación (11) por M.C.O. para los puestos de trabajo localizados totales de la RMB en base a una *Spline Lineal* de cuatro intervalos cuyos óptimos locales se localizan en los extremos de la región

y en los 20, 30 y 38 kilómetros. Al igual que la ecuación (10), después de diversas pruebas se ha considerado acertado incluir óptimos locales en las variables Población e Impuesto sobre Bienes Inmuebles.

Hay que señalar que para este caso en concreto, los resultados del apartado anterior han mostrado la existencia de un *subcentro promedio*, si bien su gradiente positivo no llegaba a ser significativo para ninguno de los dos años considerados. Por tanto, es de esperar que al aplicar esta metodología, los coeficientes de las variables incluidas estarán influenciadas por la no significatividad del parámetro. De esta manera, este apartado se centrará en la interpretación de los signos y su adecuación a los esperados.

$$D(x) = \left(\alpha_0 + \alpha_1 POB + \alpha_2 RMD + \alpha_3 VEH + \alpha_4 TK + \alpha_5 IBI + \sum_{k=1}^2 \alpha_{6k} D_k VAR + \alpha_7 CL \right) + \\ - \sum_{i=1}^n \left\{ (\beta_{0i} x + \beta_{1i} POBx + \beta_{8i} POB^2 x + \beta_{2i} RMDx + \beta_{3i} VEHx + \beta_{4i} TKx + \beta_{5i} IBIx + \right. \\ \left. + \beta_{9i} IBI^2 x + \sum_{k=1}^2 \beta_{6ik} D_{ik} VARx + \beta_{7i} CLx) \left[(x - x_i) D_i + (x_i - x_{i-1}) D_i^* \right] \right\} \quad (11)$$

Es fácil observar que en el primer tramo, de 0 a 20 kms, en el que se incluyen los municipios pertenecientes al A1 y al A2, además de Barcelona, la mayoría de coeficientes presentan los signos esperados.

La Población, los Rendimientos Medios Declarados, los Camiones y los Kilómetros de Carretera presentan efectos negativos sobre el gradiente, existiendo un mínimo local sobre el valor absoluto del gradiente para el caso de la población.

Por el contrario, el IBI, el Coeficiente de Localización y las dos variables de Diversidad Productiva ejercen un efecto positivo sobre el gradiente, siendo estas dos últimas variables las que se alejan del signo esperado.

Para el caso de A1 y A2 podemos decir que lo que prima a la hora de que se localice la actividad es la existencia de demanda (de población y de renta), por tanto, la actividad sigue a la población sin rivalizar por el uso del suelo y sin generar externalidades negativas para los individuos; y una buena accesibilidad al centro a través de una conectividad por infraestructuras y por costes de transporte (de mercancías) bajos.

Resultados 11 VCM Spline Lineal RMB

	1991				1996			
	(A)	(B)	(C)	(D)	(A)	(B)	(C)	(D)
<i>Constante</i>	2.3447*** (5.12)	6.0989*** (6.00)	1.5299*** (3.40)	5.2834*** (5.36)	1.5295*** (3.40)	4.1144*** (3.98)	0.4501 (1.00)	2.9791*** (2.96)
<i>POB</i>	3.83e-6*** (15.66)	4.35e-6*** (15.97)	3.81e-6*** (16.13)	4.34e-6*** (16.48)	3.71e-6*** (12.93)	4.11e-6*** (12.90)	3.68e-6*** (13.28)	4.08e-6*** (13.26)
<i>RMD</i>	-0.0002 (-1.31)	-0.0005*** (-3.02)	-0.0003** (-2.47)	-0.0007*** (-3.98)	-4.81e-5 (-0.40)	-0.0001 (-0.99)	-0.0001 (-1.03)	-0.0002 (-1.54)
<i>VEH</i>	-0.0042*** (-7.47)	-0.0031*** (-5.15)	-0.0038** (-7.00)	-0.0027*** (-4.65)	-0.0035*** (-7.69)	-0.0026*** (-5.30)	-0.0032*** (-7.33)	-0.0024*** (-5.00)
<i>TK</i>	0.0038 (0.30)	-0.0317** (-2.21)	-0.0015 (-0.12)	-0.0370** (-2.66)	0.0145 (1.14)	-0.0143 (-0.98)	0.0099 (0.81)	-0.0177 (-1.26)
<i>IBI</i>	-0.6800 (-1.48)	-0.9632** (-2.01)	-0.6617 (-1.49)	-0.9550** (-2.07)	0.0056 (0.01)	-0.1994 (-0.41)	0.1048 (0.23)	-0.1228 (-0.26)
<i>VAR-D1</i>	-	-50.1071*** (-5.58)	-	-49.5806*** (-5.71)	-	-41.2209*** (-3.78)	-	-39.7112*** (-3.77)
<i>VAR-D2</i>	-	-37.1267*** (-4.38)	-	-37.0637*** (-4.5284)	-	-29.8283*** (-2.92)	-	-28.9505*** (-2.93)
<i>CL?</i>	-	-	1.0742*** (11.85)	1.0696*** (11.84)	-	-	1.1552*** (11.94)	1.1492*** (11.92)

Tramo 1: de 0 a 20 kilómetros

<i>X</i>	0.1219*** (5.18)	0.2831*** (5.69)	0.0905*** (3.89)	0.2518*** (5.20)	0.0802*** (3.53)	0.1889*** (3.74)	0.0315 (1.39)	0.1378*** (2.80)
<i>POB.X</i>	-1.86e-7*** (2.96)	-2.34e-7*** (-3.37)	-2.20e-7*** (-3.62)	-2.69e-7*** (-4.01)	-2.48e-7*** (-3.42)	-2.71e-7*** (-3.48)	-2.75e-7*** (-3.93)	-3.00e-7*** (-3.98)
<i>POB^2.X</i>	5.33e-15 (0.01)	5.44e-13* (1.78)	1.49e-13 (0.55)	6.9e-13** (2.34)	2.23e-13 (0.61)	6.44e-13* (1.65)	3.89e-13 (1.11)	7.95e-13** (2.11)
<i>RMD.X</i>	-5.26e-6 (-0.66)	-2.14e-5** (-2.18)	-1.37e-5* (-1.80)	-2.98e-5*** (-3.14)	-1.00e-6 (-0.14)	-3.99e-6 (-0.50)	-5.38e-6 (-0.79)	-8.24e-6 (-1.07)
<i>VEH.X</i>	-0.0002*** (-6.19)	-0.0001*** (-3.95)	-0.0002*** (-5.71)	-0.0001*** (-3.44)	-0.0001*** (-6.18)	-0.0001*** (-4.03)	-0.0001*** (-5.85)	-9.60e-5*** (-3.76)
<i>TK.X</i>	0.0002 (0.34)	-0.0017** (-2.15)	3.29e-5 (0.04)	-0.0019** (-2.49)	0.0008 (1.12)	-0.0008 (-1.00)	0.0006 (0.91)	-0.0009 (-1.17)
<i>IBI.X</i>	-0.0906** (-2.45)	-0.0247 (-0.63)	-0.0894** (-2.50)	-0.0253 (-0.67)	-0.0533 (-1.46)	0.0084 (0.21)	-0.0448 (-1.27)	0.0134 (0.35)
<i>IBI^2.X</i>	0.0283 (1.14)	-0.0318 (-1.19)	0.0277 (1.16)	-0.0313 (-1.22)	0.0323 (1.31)	-0.215 (-0.79)	0.0292 (1.22)	-0.0230 (-0.87)
<i>VAR-D1.X</i>	-	-2.5470*** (-5.53)	-	-2.5187*** (-5.66)	-	-2.1525*** (-3.77)	-	-2.0718*** (-3.75)
<i>VAR-D2.X</i>	-	-1.8019*** (-4.13)	-	-1.7965*** (-4.26)	-	-1.5071*** (-2.82)	-	-1.4583*** (-2.82)
<i>CL? .X</i>	-	-	0.0475*** (9.68)	0.0473*** (9.67)	-	-	0.0540*** (10.32)	0.0537*** (10.31)

Tramo 2: de 20 a 30 kilómetros

<i>X</i>	-0.0397 (-0.61)	0.0437 (0.84)	-0.0356 (-0.73)	0.0377 (0.75)	-0.0659 (-1.33)	0.0001 (0.00)	-0.0659 (-1.37)	0.0037 (0.07)
<i>POB.X</i>	-6.67e-7*** (-3.02)	-1.26e-7 (-0.43)	-5.96e-7*** (-2.79)	-6.38e-8 (-0.22)	-4.87e-7** (-1.95)	-8.65e-8 (-0.30)	-4.58e-7* (-1.90)	-7.26e-8 (-0.26)
<i>POB^2.X</i>	7.5e-12*** (5.52)	4.7e-12*** (3.10)	7.1e-12*** (5.41)	4.4e-12*** (2.97)	7.1e-12*** (4.30)	4.58e-12** (2.57)	6.7e-12*** (4.22)	4.36e-12** (2.53)
<i>RMD.X</i>	-7.10e-6 (-1.21)	-9.49e-6 (-1.58)	-5.30e-6 (-0.94)	-7.84e-6 (-1.35)	4.51e-7 (0.08)	-3.70e-6 (-0.69)	8.05e-7 (0.16)	-3.40e-6 (-0.65)
<i>VEH.X</i>	-4.84e-5*** (-5.18)	-5.64e-5*** (-5.74)	-4.87e-5*** (-5.38)	-5.67e-5*** (-5.98)	-4.64e-5*** (-5.88)	-4.84e-5*** (-5.89)	-4.40e-5*** (-5.75)	-4.60e-5*** (-5.79)
<i>TK.X</i>	0.0002 (0.53)	0.0005 (1.36)	7.27e-5 (0.21)	0.0004 (1.14)	0.0001 (0.33)	0.0005 (1.26)	5.27e-5 (0.15)	0.0004 (1.11)
<i>IBI.X</i>	0.1583 (1.15)	-0.0669 (-0.47)	0.1418 (1.07)	-0.0734 (-0.53)	0.2505* (1.82)	0.0392 (0.27)	0.2467* (1.86)	0.0331 (0.23)
<i>IBI^2.X</i>	-0.0853 (-0.84)	0.0846 (0.80)	-0.0711 (-0.73)	0.0914 (0.90)	-0.1770* (-1.74)	-0.0118 (-0.11)	-0.1692* (-1.72)	-0.0019 (-0.01)
<i>VAR-D1.X</i>	-	0.0895 (0.79)	-	0.0621 (0.57)	-	0.1486 (0.95)	-	0.1144 (0.76)
<i>VAR-D2.X</i>	-	-0.3076* (-1.86)	-	-0.3240** (-2.03)	-	-0.1777 (-1.14)	-	-0.2039 (-1.35)
<i>CL? .X</i>	-	-	0.0051** (1.99)	0.0051** (2.01)	-	-	-0.0028 (-1.15)	-0.0029 (-1.22)

Tramo 3: de 30 a 38 kilómetros

<i>X</i>	-0.0067 (-0.16)	-0.0208 (-0.51)	-0.0157 (-0.40)	-0.0292 (-0.74)	0.0182 (0.46)	0.0048 (0.11)	0.0148 (0.38)	-0.0006 (-0.01)
<i>POB·X</i>	1.17e-7 (0.26)	-1.53e-7 (-0.32)	1.23e-7 (0.29)	-1.36e-7 (-0.29)	1.71e-8 (0.03)	-2.22e-7 (-0.42)	7.96e-9 (0.01)	-2.14e-7 (-0.42)
<i>POB²·X</i>	2.15e-11 (1.17)	2.29e-11 (1.09)	2.16e-11 (1.22)	2.30e-11 (1.13)	2.76e-11 (1.32)	3.07e-11 (1.26)	2.87e-11 (1.42)	3.15e-11 (1.34)
<i>RMD·X</i>	-1.08e-7 (-0.04)	-7.38e-8 (-0.02)	-4.22e-7 (-0.15)	3.94e-7 (0.14)	-1.98e-6 (-0.47)	-1.42e-6 (-0.30)	-1.33e-6 (-0.32)	-8.30e-7 (-0.18)
<i>VEH·X</i>	-1.58e-6 (-0.71)	-6.64e-7 (-0.28)	-1.44e-6 (-0.67)	-6.63e-7 (-0.29)	-2.56e-6 (-1.29)	-1.45e-6 (-0.71)	-2.84e-6 (-1.48)	-1.63e-6 (-0.83)
<i>TK·X</i>	-9.99e-5 (-0.59)	-6.88e-5 (-0.40)	-0.0001 (-0.66)	-7.67e-5 (-0.46)	-7.91e-5 (-0.46)	-0.0001 (-0.72)	-0.0001 (-0.64)	-0.0001 (-0.88)
<i>IBI·X</i>	0.0372 (0.33)	0.0794 (0.69)	0.0508 (0.47)	0.0880 (0.79)	-0.0314 (-0.28)	0.0058 (0.05)	-0.0358 (-0.33)	0.0039 (0.03)
<i>IBI²·X</i>	-0.0335 (-0.41)	-0.0655 (-0.79)	-0.0446 (-0.57)	-0.0728 (-0.91)	0.0245 (0.30)	-0.0079 (-0.09)	0.0250 (0.31)	-0.0094 (-0.11)
<i>VAR·D1·X</i>	-	-0.0003 (-0.00)	-	0.0157 (0.34)	-	0.0241 (0.43)	-	0.0397 (0.74)
<i>VAR·D2·X</i>	-	0.1641 (1.23)	-	0.1727 (1.34)	-	0.1417* (1.87)	-	0.1547** (2.10)
<i>CL²·X</i>	-	-	0.0037*** (3.42)	0.0037*** (3.41)	-	-	0.0046*** (3.78)	0.0046*** (3.84)

Tramo 4: a partir de 38 kilómetros

<i>X</i>	0.0119 (0.17)	0.0261 (0.38)	0.0226 (0.34)	0.0358 (0.54)	-0.0189 (-0.27)	-0.0089 (-0.12)	-0.0162 (-0.24)	-0.0051 (-0.07)
<i>POB·X</i>	2.81e-7 (0.24)	5.63e-7 (0.46)	2.62e-7 (0.23)	5.29e-7 (0.45)	4.73e-7 (0.37)	7.52e-7 (0.56)	5.24e-7 (0.43)	7.74e-7 (0.59)
<i>POB²·X</i>	-5.75e-11 (-1.01)	-6.05e-11 (-0.93)	-5.78e-11 (-1.05)	-6.07e-11 (-0.97)	-7.59e-11 (-1.18)	-8.38e-11 (-1.11)	-7.95e-11 (-1.27)	-8.65e-11 (-1.19)
<i>RMD·X</i>	2.26e-7 (0.03)	4.59e-7 (0.07)	-3.84e-7 (-0.068)	5.80e-8 (0.00)	2.40e-6 (0.27)	2.39e-6 (0.24)	2.08e-6 (0.24)	2.28e-6 (0.24)
<i>VEH·X</i>	1.77e-6 (0.56)	9.48e-7 (0.27)	1.50e-6 (0.49)	8.19e-7 (0.24)	2.48e-6 (0.82)	1.35e-6 (0.43)	2.83e-6 (0.96)	1.57e-6 (0.52)
<i>TK·X</i>	7.39e-5 (0.26)	4.03e-5 (0.14)	9.26e-5 (0.34)	5.95e-5 (0.21)	7.40e-5 (0.26)	0.0001 (0.46)	0.0001 (0.38)	0.0002 (0.59)
<i>IBI·X</i>	-0.0571 (-0.30)	-0.0994 (-0.51)	-0.0759 (-0.41)	-0.1122 (-0.60)	0.0284 (0.14)	-0.0013 (-0.00)	0.0310 (0.16)	0.0014 (0.00)
<i>IBI²·X</i>	0.0490 (0.35)	0.0806 (0.57)	0.0639 (0.48)	0.0910 (0.67)	-0.0222 (-0.16)	0.0047 (0.03)	-0.0213 (-0.15)	0.0056 (0.04)
<i>VAR·D1·X</i>	-	-0.0032 (-0.05)	-	-0.0210 (-0.36)	-	-0.0281 (-0.38)	-	-0.0456 (-0.64)
<i>VAR·D2·X</i>	-	-0.2024 (-0.70)	-	-0.2129 (-0.76)	-	-0.1396 (-0.78)	-	-0.1572 (-0.91)
<i>CL²·X</i>	-	-	-0.0036** (-2.44)	-0.0035** (-2.44)	-	-	-0.0041** (-2.18)	-0.0041** (-2.22)
<i>R²</i>	0.4424	0.4424	0.4749	0.4794	0.4047	0.4087	0.4430	0.4470
<i>LL</i>	7394.04	7405.58	6083.67	6101.52	7232.31	7242.07	5795.74	5801.67

*** Significativo al 99%, ** Significativo al 95%, *Significativo al 90%; Entre paréntesis el estadístico "t"; LL: Log Likelihood.

El segundo tramo, de 20 a 30 kilómetros, es el que caracteriza e identifica al *subcentro promedio* mediante el signo positivo del gradiente de densidad. Es un intervalo que, además del subcentro, incluye municipios de su área de influencia principal.

Por tanto, nuestro criterio de identificación de subcentros se realiza en función de las *pendientes* y no por la presencia de una elevada densidad de ocupación.

Dado que la pendiente es positiva, el signo de los coeficientes se interpreta a la inversa: un signo positivo indicará un efecto negativo sobre el gradiente, esto es, su

aplanamiento; un signo negativo señalará un efecto positivo sobre el gradiente, esto es, su repunte.

La Población presenta un efecto positivo con un máximo local sobre el valor absoluto del gradiente. Del mismo modo, los Rendimientos Medios Declarados, el Número de Vehículos, la Diversidad Productiva de los municipios pequeños presentan efectos positivos. Por el contrario, el IBI¹¹, con óptimo local, los Kilómetros de Carretera y Diversidad Productiva para municipios grandes muestran un efecto negativo sobre el gradiente.

Es necesario señalar que el signo del parámetro asociado al Coeficiente de Localización cambia su *comportamiento* de un año a otro. Así, mientras que en 1991 su efecto sobre el gradiente era negativo y significativo, en 1996 pasa a ejercer un efecto positivo, aunque no significativo. A simple vista el efecto negativo de 1991 puede sorprender si uno tiene en mente subcentros como Mataró, Terrassa o Sabadell con marcada especialización en un sector. No obstante, hay que tener en cuenta que, primero, se está considerando un *subcentro promedio* en el que se incluyen además de los anteriores subcentros, otros con coeficientes de localización no tan elevados; segundo, como se señaló anteriormente, la estimación se ha realizado para el total de sectores, por lo que se ha obtenido el papel jugado por un *coeficiente promedio*; tercero, el intervalo se constituye, además del *subcentro promedio*, por una serie de municipios que no siempre tienen el mismo grado de especialización ni en los mismos sectores que el subcentro¹²; cuarto, estos municipios que constituyen el área de influencia pueden ser muy densos, reduciendo la pendiente y, por tanto, influenciando también en el signo de los parámetros; y, quinto, el peso de Barcelona y los municipios del A1 con elevados Coeficientes de Localización.

A partir de este análisis y teniendo presente la primera argumentación podría comprenderse el cambio de signo del Coeficiente de Localización en 1996 en base, por ejemplo, al traslado de la SEAT a Martorell, convirtiéndose en un subcentro con una elevada especialización.

¹¹ No obstante, en 1991 presenta un efecto positivo consecuencia de que no es un elemento discriminatorio de elección del emplazamiento de la actividad y, por tanto, no puede ser utilizado como un mecanismo de intervención.

¹² Así, por ejemplo, Mataró tiene una composición sectorial que no se asemeja a ninguno de los municipios que constituyen El Maresme.

Para 1996 parece ser que la localización de la actividad económica viene determinada por la existencia de demanda (población y renta), la buena accesibilidad (buena infraestructura) y la posibilidad de beneficiarse de Externalidades de tipo Tecnológico derivadas de una elevada especialización.

El tercer intervalo, de 30 a 38 kilómetros, sería la *otra cara del subcentro*: el gradiente negativo. Desde este punto de vista, teniendo en mente los signos esperados iniciales, la Población, los Rendimientos Medios Declarados, el Número de Camiones y Furgonetas, los Kilómetros de Carretera y las dos variables de Diversidad Productiva tienen un efecto negativo sobre el gradiente, es decir, lo aplanan. Por el contrario, el IBI y el Coeficiente de Localización tienen un efecto positivo¹³ sobre el gradiente, es decir, lo repuntan.

Es importante señalar que el efecto positivo del Coeficiente de Localización en ambos lados del subcentro señala la importancia de las Externalidades Tecnológicas en base a especialización en la dinámica de éste.

La localización de la actividad en el área, en general, viene determinada por la existencia de demanda, tanto en número (población) como *de calidad* (renta), de costes de transporte bajos y la existencia de una buena estructura viaria que permita un elevado grado de conectividad, además de la posibilidad de beneficiarse de “fertilización cruzada”. Por último, el tramo final, desde los 38 kilómetros, tiene un gradiente positivo y, además, significativo como consecuencia de la existencia de subcentros *reales* en el intervalo.

Al igual que en segundo intervalo, la lectura de los signos de los coeficientes es directa y los signos esperados son los contrarios a los expuestos anteriormente.

Se observa un efecto negativo de la Población, de los Rendimientos Medios Declarados, del Número de Camiones y Furgonetas, de los Kilómetros de Carreteras, del IBI¹⁴ y de las dos variables. Por el contrario, el único efecto positivo lo provoca el Coeficiente de Localización.

Por tanto, parece ser que, en este último tramo, lo que determina la localización de la actividad es la posibilidad de beneficiarse de Externalidades Tecnológicas derivadas de elevados grados de especialización.

¹³ A diferencia del tramo anterior, en éste el cambio de signo del Coeficiente de Localización no se produce.

¹⁴ El IBI en 1991 presenta un efecto positivo, con máximo local, y, en 1996, un efecto negativo, aunque distorsionado por la no existencia de óptimo local.

La magnitud y la significatividad de los parámetros en cada uno de los intervalos tiende a señalar a las Externalidades como los principales causas de elección de localización. Unas Externalidades tanto Pecuniarias, representadas por los bajos costes de transporte, como Tecnológicas, de especialización y de fertilización. Siendo las Tecnológicas las que toman más protagonismo cuanto más nos alejamos del centro.

Conclusiones

La RMB es una ciudad de tipo policéntrico en la que resaltan unas ciudades de tamaño medio con elevada presencia de actividad económica y que, en muchos casos, destacan por sus dinámicas de crecimiento endógeno.

El objetivo de esta investigación era hallar evidencia empírica en la RMB acerca de los determinantes de la localización de la actividad económica. Un objetivo que, a la par, requería la inclusión del estudio de la estructura urbana de la región para poder evaluar el efecto que en ella ejercen los determinantes de la localización.

Si bien los resultados obtenidos con la *Exponencial* son buenos, la inclusión de formas funcionales de tipo polinómico para capturar los grumos de densidad han demostrado su eficiencia. Aunque la *Cubic-Spline* obtiene buenos resultados, tiene el inconveniente de no poder interpretar sus coeficientes. No obstante, nuestra propuesta, la *Spline-Lineal*, nos permite detectar la presencia de los subcentros que constituyen la región en base a la existencia de *gradientes de densidad positivos*.

El análisis comparado de los resultados estáticos de 1991 y 1996 muestra la existencia de una tendencia a la suburbanización desde el centro a la periferia. Una descentralización que también afecta a algunos subcentros, dirigiéndose hacia su área de influencia.

Una vez contrastada la existencia de una forma urbana de tipo policéntrico en la RMB, hemos analizado empíricamente los determinantes de la localización, incorporando esta estructura, mediante la metodología denominada *Varying Coefficient Model*. De esta manera, bajo una estructura urbana Monocéntrica los resultados muestran la importancia de las Externalidades Territoriales, los Costes de Transporte y la Demanda en la localización.

Estos determinantes también aparecen como significativos en los diversos gradientes de densidad cuando consideramos una estructura urbana Policéntrica. En especial, los gradientes que captan el subcentro muestran la relevancia de las Externalidades Tecnológicas derivadas de la especialización con un coeficiente de magnitud considerable y significativa en 1996.

Bibliografía

Alonso, W. (1964); **Location and Land Use**; Harvard University Press; Cambridge.

Anderson, J.E. (1982); “*Cubic-spline Urban Density Functions*”; **Journal of Urban Economics**; N° 12.

ATM (1998); “*Diagnosi del sistema i Directrius del Pla Director d’Infraestructures*”; Maig 1998.

Dematteis, G. (1998); “*Suburbanización y periurbanización. Ciudades anglosajonas y ciudades latinas*”; en F.J. Montclús (ed.) **La ciudad dispersa**; CCCB; Barcelona, pp.17-33.

Dubin, R.A. & C-H Sung; “*Spatial Variation in the Price of Housing: Rent Gradients in Non-Monocentric Cities*”; **Urban Studies**; N° 24; pp.193-204.

Font, A. (1997); “*Anatomía de una metrópoli discontinua: la Barcelona metropolitana*”; **Papers**; N° 26; pp.9-19.

Glaeser, E.L., Kall, H.D., Scheinkman, J.A. & A. Shleifer (1992); “*Growth in Cities*”; **Journal of Political Economy**; Vol. 100; N° 6; pp.1126-1152.

Goffette-Nagot, F. & B. Schmitt (1999); “*Agglomeration economies and spatial configurations in rural areas*”; **Environment and Planning A**; Vol 31; pp. 1239-1257.

Lucas, E.L. (1988); “*On the mechanics of economic development*”; **Journal of Monetary Economics**; Vol. 22; pp. 3-42.

Marshall, A. (1890), **Principles of Economics**, London, McMillan.

Muñoz, I. (2000); “*Integración Metropolitana y Crecimiento Disperso en la Región Metropolitana de Barcelona*”; **Document de Treball 00.03**; Departament d’Economia Aplicada; UAB.

Muñiz, I. & A. Galindo (2001); “*Estructura Metropolitana y Funciones de Densidad Residencial: El Caso de la Región Metropolitana de Barcelona*”; **Document de Treball 01.03**; Departament d’Economia Aplicada; UAB.

Muth, R.F. (1969); **Cities and Housing**; University of Chicago Press; Chicago.

PIM (2000); **Indicadors Econòmics i Territorials de la Regió Metropolitana de Barcelona. Primers Resultats.**; Pacte Industrial de la Regió Metropolitana de Barcelona; Departament d’Economia Aplicada; UAB.

Romer, P. (1986); “*Increasing Returns and Long-Run Growth*”; **Journal of Political Economy**; N° 94; Vol. 1; pp. 1002-1037.

Sánchez, J.E. (1991); “*Transformaciones en el espacio productivo de Barcelona y su Área Metropolitana, 1975-1990*”; **Papers**; N° 6; pp.53-76.

Trullén, J. (1991); “*El planejament territorial de la Regió i des d’una perspectiva econòmica cap a un nou model de desenvolupament econòmic i social de l’Àrea Metropolitana de Barcelona*”; **Papers**; N° 3; pp.31-44.

_____(1998); “*Factors territorials de competitivitat de la Regió Metropolitana de Barcelona*”; **Revista Econòmica de Catalunya**; N° 34.

Zheng, X-P (1991); “*Metropolitan Spatial Structure and its Determinants: A Case-Study of Tokyo*”; **Urban Studies**; Vol. 28; N° 1; pp. 87-104.